

MÁRCIA JUNGBECK

Análise comparativa entre o saneamento  
privado da Praia Brava (Florianópolis,  
SC) e a Concessionária Estadual

FLORIANÓPOLIS  
2005

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM ENGENHARIA CIVIL**

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O  
SANEAMENTO PRIVADO DA PRAIA BRAVA  
(FLORIANÓPOLIS, SC) E A CONCESSIONÁRIA  
ESTADUAL**

Dissertação submetida à  
Universidade Federal de Santa Catarina  
como parte dos requisitos para a  
obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

**MÁRCIA JUNGBECK**

Florianópolis, novembro 2005

# ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O SANEAMENTO PRIVADO DA PRAIA BRAVA (FLORIANÓPOLIS, SC) E A CONCESSIONÁRIA ESTADUAL

Márcia Jungbeck

‘Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil, Área de Concentração em Cadastro Técnico Multifinalitário, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina’

---

Roberto de Oliveira, PhD.  
Orientador

---

Henriette Lebre La Rovere  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Civil

## **Banca Examinadora:**

---

Prof. Luiz Fernando Figueiredo, Dr.  
Presidente

---

Prof<sup>a</sup>. Eliete Auxiliadora Ourides, Dr<sup>a</sup>

---

Prof. Alvaro José Back, Dr.

---

Prof. Carlos Loch, Dr.

## RESUMO

São notórios no Brasil os problemas de saneamento básico, os problemas de perdas (fugas), a baixa qualidade dos serviços prestados pela maioria das concessionárias de serviços de saneamento à população. Acresça-se a isto as dificuldades de planejamento a médio e longo prazo, sem contar o fato de, muitas vezes, os recursos financeiros necessários não serem satisfatoriamente alocados. Sobretudo, a carência de bases cadastrais confiáveis tornam estes sistemas convencionais altamente vulneráveis à crítica, tanto técnica como operacionalmente.

Esta dissertação tem por objetivo analisar o sistema de água e esgoto utilizada pela empresa Acqualan, com o intuito de trazer à tona os benefícios deste sistema que aparentemente pode tornar-se dispendioso mas que a longo prazo pode trazer benefícios a comunidade que dele usufruem.

Esta análise engloba desde o processo de captura dos dados até a apresentação do resultado das aplicações e sua interpretação pelo usuário para sua tomada de decisão. Além da revisão bibliográfica realizada, as demais contribuições desta dissertação são a proposta de critérios básicos para a avaliação de um sistema de saneamento inovador utilizado pela Empresa Acqualan em comparação com o sistema convencional utilizado pela Concessionária Casan, aliando a isto, a simplicidade de operação, a eficiência, do sistema Acqualan que uma solução viável e adequada para a melhoria da qualidade das águas e despoluição dos cursos d'água em nosso país.

Finalmente, e ainda como parte da proposta de trabalho, foi iniciada a montagem dos mapas temáticos como ferramenta para um futuro Sistema de Informação Geográfico (SIG), que permita tornar explícita aos usuários a informação sobre a qualidade.

Palavras Chaves: saneamento básico, sustentabilidade, proposta de SIG

## ABSTRACT

In Brazil the basic sanitation problems and the low quality of the services given for the population, by the basic sanitation services suppliers, are very well known. There are mistakes in the resources planning for the medium and the long stated period, the poor allocation of financial resources and the absence of reliable data base resources. Therefore, conventional systems are highly vulnerable to critics opinion.

This work has the objective to analyze the water and sewer systems used by the Acqualan company, looking for the benefits of this system, that seems expensive, but that, in the long period, can bring benefits to the community that uses it.

This research works involves the data capture process until the applications result presentation and its interpretation to the user decision making. Beyond the bibliographical revision, the main contribution of this work is the basic criteria evaluation proposal for the innovative sanitation system used by the Acqualan Company in comparison with the conventional system used by the Concessionaire, Casan, showing that the Acqualan system is a very good solution for the improvement of the water's quality in our country.

Finally, a thematic maps assembly was initiated as tool for one future GIS assembly, to become acessible the quality information to the system users.

Key Words: sanitation, sustainnability, GIS Proposal

# DEDICATÓRIA

À Deus pelo amor, a saúde e a graça de conceder a oportunidade de amadurecer, conhecer e compartilhar perto e as vezes distante de pessoas importantes para a concecção deste trabalho. Entre elas:

Á minha família no nome dos meus pais Bruno Jungbeck e Lori Jungbeck onde encontro amor e refúgio.

Ao Prof. Dr. Roberto de Oliveira como incentivador deste trabalho e pela confiança em mim depositada como seu orientando.

Ao Prof.Dr. Luiz Fernando Figueiredo por aceitar a difícil tarefa de direcionar e organizar a pesquisa, pela paciência, conselhos e aprendizados acadêmicos e de vida.

Ao Prof. Dr. Carlos Loch pelo estímulo e incentivo.

As Professores Eliete Auxiliadora Ourives e Alvaro José Back, que fizeram parte da banca, agradeço os comentários, sugestões e incentivos.

Ao aluno Marcelo Rajczuk Fonseca pela ajuda na realização da base cartográfica para a realização dos mapas temáticos

A Universidade Federal de Santa Catarina e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil pela oportunidade única.

A Empresa Acqualan pela disponibilização das informações e apoio prestado.

E a todos aqueles amigos, que embora não tenham sido citados, também contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>08</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>09</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>100</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	122
1.1.1 PROBLEMÁTICA.....	122
1.1.2 ÁREA DE ESTUDO .....	133
1.1.3 BREVE HISTÓRICO .....	144
1.1.4 CONTEXTO ATUAL .....	144
1.2 OBJETIVOS.....	155
1.2.1 OBJETIVO GERAL.....	155
1.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO .....	155
1.2.3 ESTRUTURA DA PESQUISA .....	155
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>177</b>
2.1 HISTÓRICO DO SANEAMENTO .....	177
2.2 SANEAMENTO BÁSICO (ESGOTO).....	20
2.2.1 IMPORTÂNCIA DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO E DO TRATAMENTO DOS ESGOTOS.....	21
2.2.2 TIPOS DE TRATAMENTO .....	24
2.2.3 TRATAMENTO DE ESGOTO E REUSO DE EFLUENTES TRATADOS.....	29
2.2.4 IMPORTANCIA DO TRATAMENTO DA ÁGUA.....	30
2.3 O CONTEXTO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL .....	33
2.4 A EMPRESA ACQUALAN .....	37
2.4.1 HISTÓRICO.....	37
2.4.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÀGUA.....	37
2.4.3 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO.....	38
2.4.4 DESCENTRALIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO .....	39
2.4.5 CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS IMPORTANTES DO SISTEMA.....	41
2.4.6 EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA EMPRESA ACQUALAN .....	42

2.5 O CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO.....	43
2.5.1 A COMPOSIÇÃO DO CADASTRO TÉCNICO .....	44
2.5.2 A INFORMATIZAÇÃO DO CADASTRO TÉCNICO EM SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTO .....	44
2.5.3 A ABRANGÊNCIA DE UM SISTEMA CADASTRAL.....	45
2.5.4 CADASTRO TÉCNICO URBANO – CTU.....	45
2.6 O SISTEMA DE INFORMAÇÃO .....	46
2.6.1 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG).....	48
2.6.2 COMPONENTES DO SIG .....	49
2.6.3 A TECNOLOGIA SIG APLICADA À INFORMAÇÃO DO CADASTRO TÉCNICO.....	50
<b>3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>53</b>
3.1 LOCALIZAÇÃO .....	53
3.2 GEOLOGIA.....	53
3.3 GEOMORFOLOGIA E RELEVO.....	53
3.4 HIDROGRAFIA .....	56
3.5 CLIMA .....	56
3.6 VEGETAÇÃO .....	57
3.7 DEMOGRAFIA .....	58
<b>4. METODOLOGIA .....</b>	<b>59</b>
4.1 ETAPAS METODOLÓGICAS .....	59
4.1.1 ESTUDO DE CASO.....	61
4.1.2 QUADRO COMPARATIVO.....	61
4.1.3 IMPLANTAÇÃO DO SIG .....	67
4.2 OS DADOS E SUA ORGANIZAÇÃO .....	68
4.2.1 A BASE CARTOGRÁFICA DIGITAL .....	68
4.2.2 A ESTRUTURAÇÃO DOS DADOS ESPACIAIS NO ARCVIEW .....	69
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>70</b>
<b>6. SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>71</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>84</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Lagoa de polimento e reatores da Estação de Tratamento de Esgotos da Praia Brava.

Figura 02 - Processo biológico de Lodos Ativados por bateladas.

Figura 03 - Ciclo de retroalimentação

Figura 04 - Sistemas componentes de um SIG

Figura 05 - Imagem Landsat 5/ INPE

Figura 06 - Mapa de Praias de Florianópolis/Atlas Ambiental de Florianópolis, 2002.

Figura 07 - Etapas Metodologicas

Figura 08 - Metodologia para montagem do SIG

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 01 - Comparativo entre os Sistemas de Tratamento de Água

Tabela 02 - Comparativo entre sistemas de Tratamento de Esgoto

# 1. INTRODUÇÃO

Ao longo do último século, no Brasil, as grandes massas de água foram consideradas como dádivas da natureza, reservatórios inesgotáveis, capazes de fornecer água pura eternamente e de receber e absorver quantidades ilimitadas de rejeitos provenientes das atividades humanas. Mas, com o crescimento acelerado da população, a urbanização das cidades, o desenvolvimento industrial e tecnológico e a expansão das áreas agrícolas, as poucas fontes disponíveis de água existentes já estão correndo risco ou até comprometidas.

Além disso, os problemas do país também estão relacionados à distribuição irregular dos recursos hídricos e ao desperdício presente em todos os níveis da sociedade. Setenta por cento da água brasileira está na região Norte, onde vivem apenas 7% da população; a região Sudeste, que tem a maior concentração populacional (42,63%), dispõe de apenas 6% dos recursos hídricos, e a região Nordeste que abriga 28,91% da população dispõe apenas de 3,3%. Isso, sem falar que entre 40% e 60% da água tratada pela maioria dos serviços estaduais de abastecimento de água, em média, é perdida no percurso entre captação e os domicílios, em função de tubulações antigas, vazamentos, desvios clandestinos e tecnologias obsoletas.(Machado, 2004)

Nas cidades beneficiadas pelo serviço de água potável e com sistema de esgoto inexistente, as águas residuais acabam escoando pelas valas, sarjetas, e também, se infiltrando. Como consequência poluem o solo, contaminam as águas superficiais e freáticas, constituindo-se em perigosos focos de disseminação de doenças, configurando-se também, em fator de escasseamento do produto em seu estado natural. No Brasil a precariedade do saneamento básico é responsável direto por cerca de 80% das doenças que afetam a população e cerca de 65% das internações hospitalares, segundo a Organização Mundial de Saúde, sem falar nas graves consequências ao ambiente. (Acqualan, 2003, apud OMS)

É importante destacar que os problemas decorrentes da falta de um sistema de coleta, tratamento, e, finalmente, disposição final do esgoto sanitário são enormemente agravados quando existe somente fornecimento à população de água tratada, sendo possível afirmar que para cada metro cúbico de água utilizada produz-se, pelo menos, 0,80 metro cúbico de águas servidas. Portanto, ao levar a rede de abastecimento d'água para uma população sem o respectivo tratamento de efluente, o poder público está,

automaticamente, implantando “mini-fábricas” de efluentes servidos nos domicílios atendidos. Isso significa que é inadmissível, nos dias atuais, o atendimento das populações com água tratada sem o correspondente investimento na coleta, tratamento e disposição final do esgoto sanitário produzido. Os altos custos das redes coletoras e a dificuldade na obtenção de recursos para a construção de grandes estações de tratamento tem se apresentado como obstáculo para a solução do problema. Como dificuldade adicional, tem-se o longo tempo de construção (obras civis em concreto armado), se quisermos abstrair dos períodos pré- e pós-licitatórios. (Acqualan, 2003)

Os números do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE (2000) indicam que há no Brasil 12,8 milhões de domicílios atendidos por redes de abastecimento d’água, mas desprovidos de sistemas de coleta das águas servidas, produzidas pela utilização dessa água. Em outras palavras, temos 12,8 milhões de “mini-fábricas” de esgoto sanitário mais potentes e prejudiciais à qualidade de vida da população do que aquelas correspondentes aos 10 milhões de domicílios que não são atendidos por redes de abastecimento d’água. Em resumo, de acordo com o Documento Completo de “Incorporação da Coleta, Tratamento e Disposição do Esgoto Sanitário na Agenda de Prioridades dos Municípios Brasileiros” pode-se dizer que: (Brasília, 2000)

1. todos os 41,8 milhões de domicílios brasileiros produzem águas residuais;
2. desse total, 31,5 milhões produzem esgoto sanitário de forma mais intensiva—são “mini-fábricas” de efluentes—porque utilizam a água fornecida pelas redes de abastecimento;
3. dessas “mini-fábricas”, 12,8 milhões despejam diariamente seu efluente a céu aberto ou em fossas sépticas, que apresentam elevado potencial de contaminação do solo, lençóis freáticos, tendo ainda efeito devastador na saúde das pessoas influenciadas pelos itens dois e três.

A interdependência dos serviços de água e de esgotos é tanto mais pronunciada quanto maior for a urbanização de uma determinada área e quanto mais avançado for o seu desenvolvimento sanitário. Nesse sentido, um dos indicadores relevantes do índice de civilização e de cultura de um povo passa a ser atualmente a qualidade do saneamento.

Segundo dados recentes do IBGE, apenas 19% da população vive no campo, enquanto 81% vivem em centros urbanos, sendo a zona costeira habitada por 22% da população que se concentra em 7% dos municípios brasileiros. (Machado, 2004)

Portanto, o espaço urbano começa a sentir impactos, principalmente, quando ocorre a verticalização e condensamento de construções, pois fica difícil encontrar o destino final adequado para as maiores vazões pontuais (vazões concentradas de esgoto em determinado local urbano). Com esta distribuição espacial, onde existir edificações haverá gente e, conseqüentemente, produção de água servidas, que constituirão a grande problemática urbana.

Ao se estudar uma estância turística de praia, vivenciaremos uma situação na qual qualquer falha que resulte em dano ambiental tem reflexo imediato nas receitas do negócio turismo. Assim, os melhores locais para estudos ambientais são as regiões costeiras devido a esta alta sensibilidade ambiental e seu reflexo no turismo. Portanto, nesta pesquisa vai se procurar estudar as diferentes tecnologias utilizadas para analisar a eficiência, eficácia e efetividade do Sistema de Saneamento da Praia Brava em comparação com sistema convencional utilizado pela Concessionária Casan insular.

A relevância desta pesquisa está no desenvolvimento de um método comparativo dos serviços prestados para com a comunidade que permita analisar problemas existentes em sistemas distintos de tratamento de água e esgoto e as suas grandes deficiências no cumprimento de funções básicas. Além da comparação, se ousa propor melhorias de desempenho do Sistema Acqualan.

## **1.1 Justificativa**

### **1.1.1 Problemática**

São notórios os problemas de perdas (fugas), a baixa qualidade dos serviços prestados pela maioria das concessionárias de serviços de saneamento à população. Acresça-se a isto as dificuldades de planejamento a médio e longo prazo, sem contar o fato de, muitas vezes, os recursos financeiros necessários não serem satisfatoriamente alocados. Sobretudo, a carência de bases cadastrais confiáveis tornam estes sistemas convencionais altamente vulneráveis à crítica, tanto técnica como operacionalmente.

Por tratar-se de uma análise, e não simplesmente da modelagem da qualidade da água e esgoto dentro de uma bacia, a primeira grande necessidade que surge é identificar e quantificar as reais contribuições no sentido da demanda mensal (de esgoto, efluentes industriais, runoff, etc.). Por essa razão, seria relevante separar aquelas parcelas que tem origem dentro dos contornos da bacia, mas cuja contribuição não afeta o sistema produtor,

e integrar aquelas parcelas que eventualmente possam ter origem fora do sistema produtor, mas que contribuam efetivamente para este. Não é o caso deste trabalho, pois a área de estudo confinou-se na própria bacia. Se por um lado o planejamento se ressentia da falta de mapeamentos territoriais precisos e atualizados, a gestão comercial e operacional dos sistemas de abastecimento, coleta, afastamento, tratamento e disposição finais de esgotos e efluentes ressentia-se da falta de cadastro técnico atualizados e articulados com dados de consumo e faturamento, tão essenciais para a caracterização das demandas no espaço e no tempo.

### **1.1.2 Área de Estudo**

A escolha da área em estudo, Praia Brava, um bairro de praia da cidade de Florianópolis, foi feita com base nos seguintes critérios:

1. o dinamismo da expansão da malha urbana;
2. agravamento dos problemas de esgotos sanitários numa praia cujas belezas naturais lhe conferem atrativos turísticos. Concomitantemente, estas características atraem recursos financeiros através de demandas turísticas e mesmo de novos habitantes;
3. espaço em que se localiza a cidade, por sua condição de Capital do Estado, envolve, predominantemente, atividades do setor terciário, em especial a turística, cujo destaque é predominantemente sobre a ótica da qualidade de vida. Esta situação normalmente induziria a uma ação efetiva para a solução dos problemas resultantes das águas residuais. No entanto, a degradação ambiental se acentua, em parte, por persistir a inadequada concepção do que seja esgoto sanitário, pressupostamente por falta de consciência ambiental, e sua importância com relação à salubridade urbana;
4. as implicações na saúde pública da população, cujo contato inadequado com os esgotos pode causar inúmeras doenças;
5. as condições estético-sanitárias do meio ambiente agredido diariamente pelas descargas de efluentes. É notável o comprometimento do patrimônio natural e paisagístico, odores marcantes e a crescente impressão de que a praia vem perdendo suas condições de salubridade, passando a ter problemas de poluição.

O trabalho que se propõe desenvolver, procura mostrar e apontar pontos principais da problemática do abastecimento de água e tratamento de esgoto, e também, demonstrar

cronologicamente como as obras de saneamento se inserem dentro das providências programadas pelos organismos públicos, no trato das questões sociais, ambientais e espaciais da cidade de Florianópolis. A concorrência e a multidisciplinaridade destas questões, exigem uma abordagem simultânea dos problemas, pela aplicação de ferramentas que permitam, a seguir, o uso de modernas técnicas de projeto.

### **1.1.3 Breve Histórico**

Pode-se constatar que Florianópolis cresceu rapidamente a partir do século passado, como decorrência do mercado imobiliário. De seu traçado original em xadrez, de herança açoriana, hoje a cidade apresenta-se como um mosaico urbano de grande condensação de edifícios na área central. As antigas construções térreas deram lugar às aglomerações de edifícios. A expansão urbana nem sempre se deu sob a égide do planejamento. O crescimento desordenado foi acompanhado ao longo dos anos por uma estagnação da capacidade da antiga rede coletora de esgoto<sup>1</sup>, não atendendo, sobretudo às demandas agravadas pela exploração demográfica e pelo progresso crescente de migração para o centro urbano e áreas periféricas.

Este intenso processo de acréscimo da população urbana em detrimento da população rural, a exemplo do contexto nacional, também ocorreu em Florianópolis, os investimentos públicos no setor de esgoto demonstram-se demasiadamente carentes face às necessidades emergentes. No caso específico, da Praia Brava têm-se condições de balneabilidade na média estudada, porém nos últimos anos, com o aumento da procura por investimentos privados, já constata-se a existência de esgoto doméstico sendo lançados diretamente na praia (Acqualan, 2004).

### **1.1.4 Contexto Atual**

O Estatuto da Cidade exige que as ações ligadas a saneamento sejam baseadas por jurisdição convencional geográfica do município. A base do sucesso de um projeto de gestão das águas está em avaliar corretamente a planialtimetria de uma bacia hidrográfica, pois os custos destas implantações dependem de escavações e da correta colocação de suas tubulações.

---

<sup>1</sup> No início do século implantou-se uma rede de esgoto apenas em áreas reduzidas do atual centro da cidade.

Portanto, estes trabalhos devem ser exaustivamente preparados e extremamente precisos, isto é, sem paradas imprevistas ou outras fonte de atrasos. Isto requer um Cadastro bem atualizado, gerando o conhecimento rigoroso da realidade local, acrescida de uma Planta de Valores Genérica—PVG, que proporcione justiça social, pois estas ações podem demandar em desapropriações.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Analisar o sistema de saneamento da Praia Brava, sob a ótica da permacultura e sustentabilidade do sistema utilizando-se de um comparativo entre o mesmo e a Companhia Estadual de Saneamento CASAN.

### **1.2.2 Objetivo Específico**

- a) Compilar dados das áreas de estudo;
- b) Descrever o sistema de captação, distribuição e tratamento de água da Empresa Acqualan;
- c) Descrever o sistema de tratamento do esgoto da Empresa Acqualan;
- d) Analisar a eficiência do sistema;
- e) Fazer um comparativo entre Acqualan & Casan;
- f) Gerar mapas temáticos da Praia Brava,
- g) Avaliar a capacidade de suporte ambiental.

### **1.2.3 Estrutura da Pesquisa**

A pesquisa está dividida em sete capítulos, neles constam uma introdução seguida dos temas abordados e ou desenvolvidos com até cinco subtítulos. No primeiro capítulo, é feita a apresentação da pesquisa destacando-se o local de realização, a importância da pesquisa e os objetivos a serem alcançados.

No segundo capítulo, busca-se fundamentar teoricamente a pesquisa através da abordagem de temas de interesse no campo de estudos do Cadastro Técnico Multifinalitário e Saneamento Básico. Os tópicos superficialmente abordados neste capítulo, visam construir apenas um elo de interesse entre as áreas de estudo, uma vez que as questões são bastante complexas e demandam de maior tempo de estudo. Destaca-se



também neste capítulo um breve histórico do Saneamento Básico no decorrer dos anos no Mundo, os projetos e sua importância no contexto mundial.

No terceiro capítulo busca-se fazer uma caracterização da área de estudo situando-a espacialmente, bem como, descrevendo algumas características importantes como clima, relevo, vegetação, hidrografia.

No quarto capítulo disserta-se sobre os materiais e métodos, mostrando as etapas desta pesquisa, a origem e organização dos dados, o comparativo entre os métodos da Casan & Acqualan, as formas de consulta que foram adotadas e os critérios técnicos elaborados para a análise dos dados espacializados.

No quinto capítulo dedica-se a apresentação e análise dos resultados obtidos. Pretende-se em um primeiro momento apresentar os resultados obtidos com a pesquisa, bem como sua aplicabilidade e a avaliação a respeito da pertinência das teorias e metodologia com a realidade local e os objetivos do trabalho.

No sexto e último capítulo faz-se algumas considerações sobre a pesquisa como dificuldades encontradas, recomendações, e trabalhos futuros que ficaram em aberto. Faz-se também neste capítulo algumas recomendações para melhorar a qualidade dos serviços de saneamento com base na gestão da informação.

E por fim virá a bibliografia utilizada e citada para a pesquisa, procurando trazer as referências utilizadas nas citações e também as bibliografias que fundamentam a pesquisa.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Histórico do Saneamento

Tratamento correto das águas residuárias é um tema complexo. Todas as pessoas querem se ver livres dos seus dejetos, porém, poucas vezes se preocupam para onde vão e o que é feito com eles depois que são retirados de perto.

A preocupação com o destino do esgoto remonta à Idade Média, na Europa. Em 1404 o Rei Carlos VI, da Inglaterra, proibiu o lançamento de qualquer detrito urbano nas águas. Mais de um século depois, em 1532, o Parlamento inglês criou a *Commissioner of Sewers* com a incumbência de vigiar o lançamento de lixo e resíduos. Na França, na mesma época, tornou-se compulsória a construção de latrinas nas casas parisienses. Em 1671, determinou-se na Alemanha, que os camponeses que fossem a Berlim negociar seus produtos, levassem os detritos e restos orgânicos de volta para o campo, a fim de evitar o acúmulo de resíduos na cidade.

Na Segunda metade do século XIX, milhares de habitações de Londres, Paris, Bruxelas e Berlim foram compulsoriamente ligadas a uma rede pública de coleta de esgotos. Paradoxalmente, apesar do caráter de higienização das cidades, iniciou-se aí a contaminação dos rios, destino final dos despejos de seus habitantes, levando a Inglaterra e a Bélgica no final do século, a proibir o lançamento de esgotos nos rios sem o tratamento prévio.

Os serviços de saneamento na América do Sul foram iniciados com destacado pioneirismo em Montevideu (1854) e no Rio de Janeiro (1857), cidade que se colocam entre as primeiras metrópoles do universo a se beneficiar com tão importante melhoramento.

Em Florianópolis havia em 1910 o início dos trabalhos de encanamento de água e em 1914 o primeiro sistema de tratamento de esgoto. Depois, com o crescimento desenfreado da cidade, seguiram-se vários Planos de Saneamento com o objetivo principal de evitar a poluição das Baías Norte e Sul e as praias que são o catálogo postal da cidade. (Ramos,1986).

Comparando o texto técnico do fim do século XIX com as normas que até hoje continuam a serem aplicadas em muitos países, inclusive nos Estados Unidos, constata-se que quase nada se alterou.

Em contrapartida, em todos os ramos tecnológicos ocorreram grandes avanços, alguns dos quais poderiam ter sido incorporados vantajosamente em projetos de redes sanitárias. Na Hidráulica, por exemplo, verifica-se acentuado progresso na avaliação do escoamento de líquidos e a partir de 1950 foram realizadas profundas investigações sobre o transporte de sólidos em correntes líquidas, cujos resultados permitiram substituir regras empíricas por novos conhecimentos de maior peso científico. Por outro lado, novos materiais foram introduzidos: aparelhos modernos, ferramentas e máquinas surgiram no mercado para facilitar e aperfeiçoar a manutenção dos coletores. Foi, também neste século que a América latina entrou com força e firmeza na “era do quilowatt” com a inauguração, em São Paulo, da impressionante hidrelétrica de Parnaíba, no rio Tietê.

Os jornais de todo o país notificavam com frequência as deficiências quanto à quantidade e à qualidade do abastecimento de água. Do ponto de vista da qualidade, as deficiências principais eram: inexistência de qualquer tratamento químico na maioria dos serviços, operação defeituosa e falta de fiscalização adequada nas muitas cidades que possuíam instrumentos de purificação da água. A melhor situação era encontrada no estado de São Paulo: o governo estadual vinha desde 1934 incentivando a construção de sistemas de água e de esgoto, o que acarretou a um atendimento que atingia 57% dos 369 municípios, sendo que 40 cidades contavam com tratamento químico em estações apropriadas e 127 já dispunham de redes de esgotos. Cabe ressaltar que, nesse período, já se fazem sentir as pressões sobre a demanda desses serviços causadas pelo crescente ritmo de urbanização.

Percebe-se o progressivo crescimento do déficit de abastecimento de água tanto em relação à população urbana como à total. Desde 1935 este déficit é crescente, passando pela década de 1940 a 1960 sem uma modificação adequada para reverter este quadro, no início de 1960 o Brasil atingiu o penúltimo lugar em condições de saneamento básico da América Latina.

O Banco Nacional de Habitação (BNH), foi criado em 1964 com a missão de implantar uma política de desenvolvimento urbano e, foi encarregado de realizar o diagnóstico inicial da situação do setor de saneamento. Foi criado o Sistema Financeiro de Saneamento (SFS), que passou a centralizar recursos e a coordenar ações do setor. Foram criados fundos de água e esgoto estaduais, além de programas estaduais trienais. O financiamento aos municípios passou a ser realizado conjuntamente pelo BNH e pelos governos estaduais, com contrapartida obrigatória dos municípios e com a obrigação de

que estes organizem os serviços na forma de autarquias ou de economia mista (Ipea, 2000).

Os esforços realizados na década de 1970 começaram a apresentar resultados a partir de 1972, quando o crescimento da população abastecida com água passou a ser maior do que a população urbana, mas, como se pode constatar, não chegou a eliminar o déficit existente. A partir de 1987 já era visível o crescimento do déficit em consequência da desestruturação do setor com o fim do BNH.

Preocupados com a defasagem entre a cobertura das populações urbanas com serviços de água potável em relação aos serviços de esgotamento sanitário, as entidades internacionais que apóiam e financiam obras sanitárias, juntamente com a Organização Sanitária Pan-americana, realizaram uma reunião em Washington, em 1986, para analisar e discutir esse problema.

Os resultados dessa reunião revelaram os diversos fatores que são responsáveis por essa defasagem, sendo o principal deles o custo elevado das obras de esgotamento sanitário.

No Brasil esse problema já havia sido levantado, em 1975, durante o Congresso de Engenharia Sanitária no Rio de Janeiro. Pouco depois o renomado engenheiro Eugênio de Macedo dedicou-se com muito acerto a essa questão.

Coube a Sabesp criar um programa pioneiro de Obras de Saneamento Básico em cidades do interior do estado, onde foram introduzidas várias inovações com o objetivo de reduzir custos, através de soluções adequadas. A iniciativa foi bem descrita pelo eng. José C. Torrezan, em trabalho apresentado durante o Seminário Anglo-Brasileiro.

Outras alternativas de custo reduzido foram desenvolvidas no Nordeste do Brasil pelo eng. José C. Rodrigues de Melo e colaboradores (Sistema denominado Condominial) e pelo Eng. E. S. Cynamon, que projetou o Sistema livre de sólidos, aplicado na comunidade de Brotas, no interior do Ceará.

Importante contribuição também foi dada pelo Grupo de Assessoria Técnica do Banco Mundial em acordo com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Urbano, sob a responsabilidade do eng. Augusto Sergio Pinto Guimarães.

No entanto, vive-se, no Brasil, um momento em que o grau de poluição de nossos cursos d'água e o comprometimento dos lençóis d'água subterrâneos já é tão grande que torna-se necessário tomar iniciativas no sentido de minimizar ou eliminar as fontes de poluição.

O projeto de criação da Agência Nacional de Aguas (ANA) foi aprovado pelo Congresso no dia 7 de junho de 2000, transformando-se na Lei 9.984, sancionada pelo presidente da República em exercício, Marco Maciel, no dia 17 de julho. Além de responsável pela execução da Política Nacional de Recursos Hídricos a ANA deve implantar a Lei das Águas, de 1997, que disciplina o uso dos recursos hídricos no Brasil. Inspirado no modelo francês, o Brasil criou, em 1997, sua legislação sobre recursos hídricos (Lei 9433/97), um modelo ambicioso de gestão do uso dos rios. De acordo com esta Lei, as decisões sobre uso dos rios em todo o País serão tomadas pelos comitês de bacias.

A ANA divulgou no dia 20 de março de 2001, sua “Resolução nº 06 – Programa Nacional de Despoluição de Bacias Hidrográficas – Despoluir para Salvar”. Este instrumento regulamenta, a partir de critérios e de procedimentos operacionais, o pagamento pelo esgoto tratado e estimula a construção de estações de tratamento de esgoto. Trata-se de um marco importante na política ambiental do Brasil, consistindo um estímulo importante para a modificação do quadro de tratamento de esgoto no país.

Por outro lado, ocorre a introdução do princípio poluidor-pagador, que penaliza financeiramente, a todos que, de algum modo, prejudicam o meio ambiente e, principalmente, causam a poluição das águas. O pagamento de multa por parte dos poluidores força a busca por soluções não poluentes, que evitem sua aplicação por parte dos órgãos ambientais. Desta forma, mesmo que de maneira forçada pela pressão financeira, os cidadãos e as empresas devem, cada vez mais, preocupar-se com o tratamento dos efluentes gerados e com a minimização da poluição, conservando assim o meio ambiente. (Muller, 2002)

## **2.2 Saneamento Básico (Esgoto)**

A palavra esgoto costuma ser usada para definir tanto a tubulação condutora das águas servidas de uma comunidade, como também o próprio líquido que flui por estas canalizações. Hoje, este termo é usado quase que apenas para caracterizar os despejos provenientes das diversas modalidades do uso e da origem das águas, tais como as de uso doméstico, comercial, industrial as de utilidades públicas, de áreas agrícolas, de superfície, de infiltração, pluviais, e outros efluentes sanitários.

A aversão injustificada pelo termo “esgoto” tem levado alguns autores ao emprego do termo “águas residuárias”, que exprime a tradução literal da palavra “wastewater”,

amplamente usada em inglês para substituir o rejeitado termo “sewage”. Esta tendência tem proliferado o uso da sigla ETAR (Estação de Tratamento de Águas Residuárias) conflitando com a sigla ETE (Estação de Tratamento de Esgoto), tradicional e recomendada pela ABNT, 2004.

A direção, o sentido e a intensidade dos fenômenos e dos indicadores ambientais serão úteis para avaliarmos os padrões de saneamento básico e de sua qualidade de vida. Desde modo, justificaremos concomitantemente a necessidade de melhoria e eficácia na prestação dos serviços, dentre os quais os sistemas de esgoto sanitário como sendo um dos prioritários sob ponto de vista, por ser um serviço essencial e indispensável a toda a comunidade.

Por sua vez, os esgotos urbanos costumam ser classificados em dois grupos fundamentais: os esgotos sanitários e os esgotos industriais.

Trataremos neste trabalho apenas do esgoto sanitário, devido ao fato da praia Brava não possuir indústrias, não gerando por consequência, esgoto industrial.

### **2.2.1 Importância do Esgotamento Sanitário e do Tratamento dos Esgotos**

Além de causar doenças e morte especialmente entre as populações menos favorecidas, a falta de recursos para o Saneamento Básico, além de discutível, gera, como juro, o aumento das despesas com saúde, maior número de internações hospitalares, maior dispêndio de recursos da Previdência Social, aumento da mortalidade infantil, redução da capacidade de trabalho e crescimento do desemprego (Alonso, 2000).

Pesquisa do IBGE, realizada em 2000 e divulgada em março de 2002, apresentou um quadro dramático no Brasil. Quase um quinto dos lares brasileiros não eram atendidos por redes de abastecimento de água e mais da metade deles não tinham acesso a sistemas de coleta de esgoto sanitário.

Segundo dados recentes do Governo Federal, apenas 3,4% dos esgotos sanitários coletados nos domicílios brasileiros recebem tratamento, e só uma pequena parcela tem destinação final sanitariamente adequada no meio ambiente. Isto tem consequências graves para a qualidade de vida da população, principalmente aquela mais pobre, residente na periferia das metrópoles ou nas pequenas e médias cidades do interior. (Dossiê do Saneamento publicado pela ONG “Água e Cidade”).

De acordo com a Base de Dados do Ministério da Saúde (Datasus), 20 crianças em mil de 0 a 4 anos morrem por dia no Brasil (ou seja, uma criança a cada setenta e duas

horas), em decorrência da falta de saneamento básico, principalmente de esgoto sanitário (Alsso, 2000 apud Jornal O Estado de São Paulo 28/03/2002). Assim, a coleta e o tratamento corretos do esgoto coletado são aspectos fundamentais para a melhoria da saúde pública. Conforme *O Manual de Saneamento dos Municípios*, editado pela Funasa em 1999, para cada R\$ 1,00 investido no setor de saneamento, economiza-se R\$ 4,00 na área de medicina curativa.

Resumindo a implantação de uma rede de coleta de esgoto e o seu tratamento correto e bem dimensionado levam a inúmeros benefícios para a população. Reduz o número de pessoas doentes e, portanto, o gasto com o tratamento das doenças e melhora as condições de trabalho dos cidadãos, resultando em maior produtividade e dinamização da economia. A diminuição da carga poluidora nos cursos d'água melhora a qualidade da água dos rios e lagos. Águas menos poluídas requerem menos tratamento e, portanto, menos recursos financeiros. Do ponto de vista ambiental, preserva-se o manancial e evita-se impactos negativos decorrentes da alteração da qualidade da água do corpo receptor.

Em 1778 o inglês Joseph Bramah patenteou a bacia sanitária e 69 anos depois, não havendo outro meio mais prático para dispor as águas imundas, os ingleses adotaram oficialmente o uso da água em canalizações para transporte e afastar os dejetos. Criou-se o sistema de esgotos com transporte Hídrico. Foi uma opção adotada e a água passou a ter uma dualidade de uso: água limpa ou nobre para consumo, e água suja para afastamento de dejetos. Não tardou a surgir o conflito entre esses usos e os problemas decorrentes da poluição hídrica.

O tratamento dos efluentes de esgoto procura corrigir, em parte, essa situação. A técnica da depuração evoluiu, consideravelmente, no século XX e muitas cidades servem-se de instalações grandiosas, eficientes e dispendiosas. Quem deve orientar a escolha, “quem manda no caso”, é o corpo d'água receptor: o seu estado sanitário, as suas condições, a sua vazão em relação a descarga dos esgoto se, sobretudo, os usos que o corpo receptor está tendo e vai ter no futuro.

As cidades litorâneas freqüentemente dispõem os seus afluentes sanitários no oceano, através de emissários submarinos que fazem o lançamento à distância e em profundidade.

Nos projetos de estações de tratamento de esgoto devem ser consideradas duas cargas: a orgânica e a hidráulica. A carga orgânica mede a quantidade de matéria orgânica

dos líquidos a serem tratados, representados pela demanda bioquímica de oxigênio (DBO). A hidráulica é a vazão a ser conduzida (litros/segundo).

Além disso, quando necessário, pode-se considerar o problema de bactérias e parasitas.

Como foi dito, a matéria orgânica é avaliada pela Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), essa denominação padronizada pelos “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, mede a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar biologicamente a matéria orgânica presente numa amostra, após um tempo dado (tomado para efeito de comparação em 5 dias) e a uma temperatura padrão (20°C, para efeito de comparação).

A quantidade de matéria orgânica presente, indicada pela DBO é importante para se conhecer o grau de poluição de uma água residuária, para se dimensionar as estações de tratamento de esgoto e medir sua eficiência. Quanto maior o grau de poluição orgânica, maior a DBO do corpo d’água, normalmente a DBO dos esgotos domésticos varia entre 100 e 300 mg/l, de acordo com a condição, e nos tratamentos completos, deseja-se atingir uma redução de DBO até uma faixa de 20 a 30mg/l.

Tanques sépticos, conhecidos por fossas, com ou sem sumidouro, constituem solução aceitável somente em regiões de baixa densidade demográfica, solo arenoso e lençol freático profundo. Caso contrário, apesar de se constituírem uma solução aparentemente barata, podem causar contaminação das águas subterrâneas. Muitas vezes, a água captada para consumo a partir de um poço próximo a um tanque séptico, pode estar contaminada por infiltrações do mesmo, de maneira que o usuário destes sistemas autocontaminam-se, fato que é altamente indesejável e incorreto do ponto de vista da preservação do meio ambiente.

Existem, ainda, outros sistemas naturais que constituem uma boa solução para tratamento de esgotos em áreas rurais, como, por exemplo, valas de filtração ou infiltração (baseadas em valas longitudinais com camadas de areia e pedra sobre as quais se distribuem os efluentes que devem percolar entre os vazios do filtro, “wetlands” (*sistema do tipo “charco” onde se introduz determinado tipo de planta aquática e por onde passa o efluente a ser tratado, de modo que, no final do processo, se tenha uma boa remoção da carga orgânica e de organismos patogênicos*) e filtros biológicos (*sistema onde se realiza uma oxidação bioquímica por microorganismos aderidos a uma superfície de contato*).

Segundo Alsso, 2000, como diretrizes gerais, o projeto de uma pequena ETE deve



observar os seguintes aspectos:

1. Simplicidade de operação, requerendo um mínimo de manutenção;
2. Processo de tratamento capaz de atender as exigências;
3. Pequeno impacto local, inclusive os incômodos relativos a odor e moscas;
4. Adequada disposição do lodo;
5. Construção e manutenção a preços razoáveis;
6. Um local adequado cercado para segurança da população.

### **2.2.2 Tipos de Tratamento**

Um sistema de esgotos sanitários encaminha seus efluentes, direta ou indiretamente, para corpos d'água receptores, formados pelos conjuntos das águas de superfície ou de subsolo. A capacidade receptora destas águas, em harmonia com a sua utilização, estabelece o grau de condicionamento a que deverá ser submetido o efluente sanitário, de modo que o corpo d'água receptor não sofra alterações nos parâmetros de qualidade fixados para a região afetada pelo lançamento. Os condicionamentos aplicados aos esgotos são comumente denominados de processos de tratamento.

#### **a).Lagoas de estabilização**

Sempre que houver disponibilidade de terreno relativamente plano, com área suficiente e a custo baixo e não muito distante da cidade, as lagoas de estabilização podem constituir uma solução vantajosa. O processo é simples, de fácil operação e custo baixo, sem necessidade de equipamentos mecânicos a aeração é produzida por algas. Nesse caso, ocorre uma simbiose entre bactérias que elaboram a matéria orgânica dos esgotos, produzindo compostos minerais e gás carbônico juntamente com algas que utilizam o gás carbônico e alimentam-se de substâncias elaboradas e produzem o oxigênio necessário ao processo.

O único problema é a área necessária, que não é pequena, e aspectos geotécnicos de sua implantação.

A bactérias aproveitadas para o tratamento de águas residuais são aeróbicas ou anaeróbicas. Daí os dois tipos fundamentais de depuração: tratamento aeróbio e anaeróbio.

As lagoas de estabilização muito utilizadas no Brasil ocupam grandes superfícies de terreno, bem dimensionadas e monitoradas, podem atingir a eficiência exigida pela legislação. Porém na prática, muitas vezes não se tomam os devidos cuidados, e as lagoas transformam-se em verdadeiros depósitos de esgoto a céu aberto e focos de disseminação

de doenças principalmente em locais onde há escassez de água. Assim, muitas vezes, uma solução para disposição, degradação da carga orgânica e eliminação dos coliformes do esgoto transforma-se em um grande problema ambiental: pode, inclusive, transformar-se em um meio de transmissão de doenças como, por exemplo, de esquistossomose, a partir de caramujos que vivem em suas margens. A lagoa de estabilização localizada na região de Potecas, São José - SC, provoca exalação de mau cheiro, exemplo da falta de monitoração, gerando assim grande desconforto à população local. (Revisão do Plano Diretor de São José, 2004) Além do mais, este tipo de tratamento demanda muito espaço para se tornar eficiente. Assim, o custo de uma instalação desta em centros urbanos torna-se muito cara no aspecto da compra (desapropriação) do respectivo espaço físico.

Há três tipos de lagoas de estabilização: facultativas, anaeróbicas e de maturação:

A lagoa facultativa são lagoas artificiais de baixa carga, pequena profundidade, contendo algas e oxigênio dissolvido(fornecido pelas algas). Chama-se carga a relação kg/dbo/dia lançada e área da lagoa (ha). As vezes relaciona-se a carga orgânica como volume da lagoa.

Já as lagoas anaeróbicas são lagoas de menor área, maior profundidade e menor tempo de detenção. Em face de tudo isso funcionam sem oxigênio dissolvido e podem produzir maus odores. O tempo de detenção é de três a quatro dias e a profundidade geralmente fica compreendida entre 3,0 a 4,0 metros. A sua eficiência na remoção de carga orgânica é da ordem de 50%.

As lagoas de maturação ou de “polimento” objetivam a complementação do tratamento para maior eficiência e melhor redução de patógenos, as cargas aplicáveis às lagoas são semelhantes às adotadas para lagoas facultativas, sua profundidade útil deve ficar compreendida entre 0,80 e 1,20 metros e a eficiência na redução de coliformes supera 99%. (Azevedo Netto, et al, 1991 )

#### **b).Reatores anaeróbios de fluxo ascendente**

Esse processo de tratamento anaeróbio é relativamente recente entre nós. Desenvolvido inicialmente na Holanda, ele passou a ser pesquisado pela Cetesb, em São Paulo, desde 1982, sob a denominação UASB.

Ocupando uma pequena área e com um custo muito baixo, um reator UASB (ou Rafa), como é chamado, pode reduzir 70% da demanda bioquímica de oxigênio.

O emprego de reatores anaeróbios antes de lagoas facultativas reduz consideravelmente a área total necessária e eleva a eficiência global, como subproduto de

algum valor, os reatores produzem grandes quantidades de gás combustível e adubo orgânico a ser secado. (Azevedo Netto, et al, 1991 )

### **c).Processo de lodos ativados**

O processo de lodos ativados é o de maior eficiência, de custo elevado e que requer operação bem qualificada. Os aspectos teóricos estão bem definidos, oferecendo certa flexibilidade de projeto. A eficiência desejada segundo Azevedo Netto et al, 1991 pode ser estabelecida a partir de 75% até 95%.

Este processo é utilizado pela CASAN insular e consiste na agitação e aeração de uma mistura de águas residuárias com cerca de 15% ou mais de lodos, bacteriologicamente ativado, se baseia no aproveitamento de bactérias aeróbicas existentes nas próprias águas de esgotos para transformar a matéria orgânica indesejável. É, portanto, um processo biológico que emprega o ar para ativar as bactérias aeróbias. (Meyer ,et al, 1998)

A Casan Insular apresenta as seguintes fases em seu processo:

#### **Fases do Processo de lodos ativados:**

- 1) Fase Líquida:**
  - a) Tratamento Preliminar
    - i) Gradeamento
    - ii) Medição de vazão
    - iii) Desarenação
  - b) Tratamento Secundário
    - i) Seletor biológico
    - ii) Câmara de desnitrificação
    - iii) Tanques de aeração
    - iv) Decantação secundária
    - v) Lançamento submarino
- 2) Fase Sólida:**
  - a) Tratamento Preliminar
    - i) Remoção dos materiais grosseiros retirados na grade
    - ii) Remoção da areia retirada no desarenador
  - b) Tratamento Secundário
    - i) Remoção do excesso de lodo produzido no decantador secundário

**d). Processo de lodos ativados por batelada**

Segundo Acqualan 2004, o processo de tratamento de esgotos da ETE - Praia Brava se dá de forma aeróbia, funcionando através da adição forçada de oxigênio (energia) à massa líquida provocando um aumento no ritmo de metabolismo das bactérias. Nessas condições, o esgoto é decomposto e oxidado mais rapidamente e de maneira mais eficiente. O sistema aeróbio utilizado é feito através do tratamento de esgotos por bateladas, este sistema envolve uma técnica onde cada carga é totalmente processada antes da admissão de outra. A Eficiência do sistema pode chegar a 95%.

O sistema funciona em cinco fases, que normalmente são realizadas em 6 (seis) horas:

**Fase 1 - Enchimento**

O tanque ou reator que estiver em fase de carga ou admissão recebe esgoto até que se complete o nível máximo. O sistema de aeração pode ser ligado desde o momento em que o tanque começa a encher, iniciando-se a reação pela oferta de oxigênio aos microorganismos (bactérias saprófitas comuns), ou se acionado em intervalos pré-estabelecidos, de modo a garantir o nível de oxigênio no reator. Isto é feito por um misturador que agita a mistura. O problema neste caso é a forma do container, que diminui a eficiência na mistura, por ser de base retangular.

**Fase 2 - Reação**

Nessa fase do ciclo, a aeração oferta oxigênio à massa líquida, iniciando as transformações da matéria orgânica do esgoto. Essas ocorrem mediante a oxidação do carboidrato em gás carbônico e água em ambiente aeróbio, impedindo a formação de elementos gasosos que venham a gerar mau odor. Com a oxigenação da massa líquida obtém-se um maior controle e facilidade operacional do sistema de tratamento sob o ponto de vista da seleção de microorganismos no reator e do próprio circuito hidráulico da estação. O sistema de aeração permanece ligado até um pouco depois do tanque completar o enchimento. Ao se desligar a aeração, inicia-se a fase seguinte: a sedimentação.

**Fase 3 - Sedimentação**

No período de sedimentação, o sistema de aeração encontra-se desligado, ocorrendo a formação dos flocos biológicos e respectiva precipitação gravimétrica. Em pouco tempo,

forma-se uma zona clarificada na superfície, distinguindo-se da zona do fundo onde concentram-se as bactérias ativadas. As bactérias continuam a sua atividade, reduzindo o nível de oxigênio dissolvido a um ponto que proporciona o ambiente ideal para que as bactérias do grupo nitrobáctér, nitrosomonas e pseudomonas iniciem a nitrificação e a dinitrificação da amônia na massa líquida, respectivamente e fazendo a remoção dos nutrientes que, se imprópriamente reduzidos, dão origem à proliferação de algas no corpo receptor. As reações de nitrificação e dinitrificação ocorrem após satisfeita a demanda carbonácea e permitem reduzir a quantidade de nutrientes no efluente final, adequando-o ao ambiente receptor e diminuindo o risco de eutroficação. Esse mecanismo biológico, associado à estrutura hidráulica do reator, permite a descarga do sobrenadante com baixa concentração de material orgânico, considerando o efluente tratado.

#### **Fase 4 - Descarga**

Uma vez sedimentada a massa biológica, a descarga do sobrenadante ocorre por meio de um vertedor de nível variável com válvulas controladas pelo sistema. Biologicamente, na fase de sedimentação e descarga, o nível de oxigênio ofertado para o sistema diminui, surgindo nesse ambiente as características ideais para a ocorrência da nitrificação anteriormente mencionada.



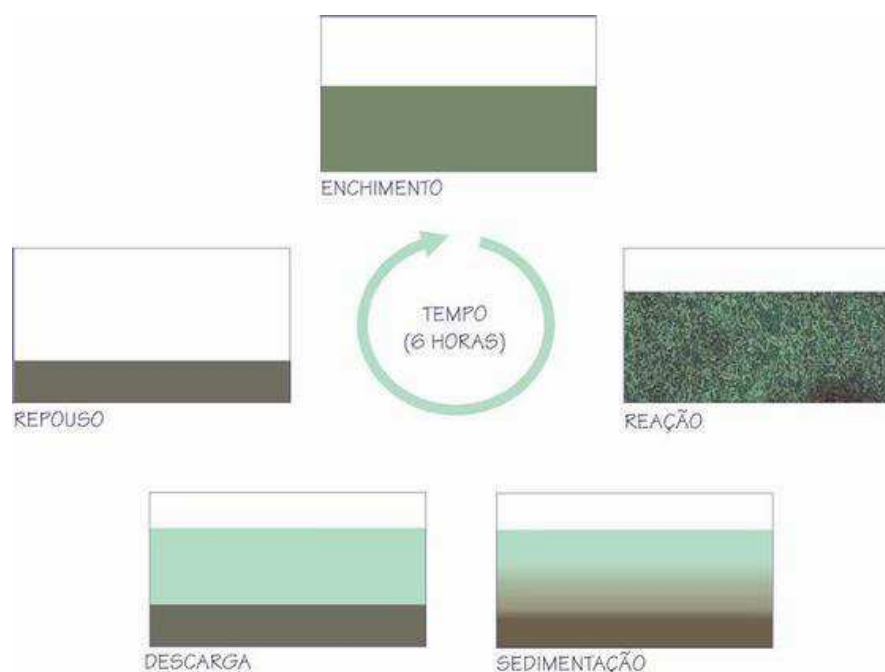
**Figura 01:** Lagoa de polimento e reatores da Estação de Tratamento de Esgotos da Praia Brava.

Ainda nessa fase, o excesso de lodo deve ser retirado, ajustando-o com a fase seguinte, chamada de repouso ou de ajuste de ciclo. O esgoto segue para uma lagoa de

polimento, onde ocorre ainda a remoção de matéria orgânica e nitrogênio. Após passar pela lagoa, o esgoto passa por um processo de desinfecção através de hipoclorito de sódio e então o efluente final é descartado.

### Fase 5 - Repouso

O repouso ocorre entre uma carga e outra, e deve existir como forma de preservar o meio biológico.



**Figura 02:** Processo biológico de Lodos Ativos por bateladas.

### 2.2.3 Tratamento de Esgoto e Reuso de Efluentes Tratados

A escassez, cada vez mais acentuada, de mananciais de água de qualidade adequada para o abastecimento, bem como o crescente consumo nos centros urbanos, são fatores determinantes para o despertar do conceito de reuso da água (Jornal “O Estado de São Paulo” de 28/03/2002).

O reuso de águas residuais tratadas permite poupar considerável volume de água potável em circunstâncias onde a potabilidade não é condição necessária. Pode-se usar água de qualidade inferior. Por exemplo, para irrigação, na agricultura, criação de peixes, dessedentação (matar a sede) de animais, torres de resfriamento, caldeiras, construção civil, lagos ornamentais, descarga de vasos sanitários e geração de energia elétrica. É possível, também, usar a água para lavagem de pátios, veículos, prédios e como água de

combate a incêndio.

No Estado de São Paulo, o novo conceito de reuso está sendo colocado em prática no Município de São Caetano do Sul. O preço da água potável é de R\$ 0,64/m<sup>3</sup>, enquanto que a água de reuso custa R\$ 0,30/m<sup>3</sup>. Esta água de reuso é utilizada para lavagem de ruas, regar praças e jardins e desobstrução de esgoto e galerias de águas pluviais de São Caetano. A economia conseguida, hoje ainda modesta, pode ser significativa no futuro, as empresas seguirem o exemplo. A Coats Corrente já usa água de reuso na lavagem e tingimento de linhas desde 1998. Pelos benefícios alcançados, São Caetano pretende triplicar a água de reuso proveniente do tratamento do esgoto feito pela Sabesp na Estação de tratamento no Ipiranga-SP. Segundo sua assessoria de comunicação, a Sabesp produz 3.266 m<sup>3</sup> de água de reuso por hora (Souza, J.T., et al)

Outro exemplo vem do Nordeste. A Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (UFBA) firmou convênio com a Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (Embasa) e com a Secretaria de Infra-Estrutura do Estado da Bahia para o desenvolvimento do Aguapura–Programa de Uso Racional da Água. Entre os objetivos deste programa está a avaliação das características da água tratada para reuso em diferentes finalidades.

A Empresa Acqualan está elaborando um projeto de reuso da água que sai da estação de tratamento de esgoto para aplicações que não exijam potabilidade, como irrigação, por exemplo. Este projeto torna-se particularmente interessante porque os meses em que há mais geração de efluente tratado (por causa do aumento da população), também são os meses de maior ocupação nos domicílios, isto é, quando a irrigação se torna mais freqüente.

#### **2.2.4 Importância do Tratamento da Água**

Recurso natural indispensável à vida dos homens, a água é num bem absolutamente necessário e essencial para a sobrevivência de agrupamentos humanos, comunidades, coletividades, cidades e nações que dela dependem tanto para existir simplesmente quanto para satisfazer as suas necessidades sociais e econômicas. Decorrentes das transformações do mundo moderno, esta ou aquela necessidade tem, entretanto, a água indispensável à sua qualidade de vida. Ora, a necessidade de água, em particular de água potável, não foge as construções discursivas que têm colocado o problema da ausência ou carência de água como vital para a humanidade. Com efeito, a idéia de que a água é essencial à vida, assim como o próprio ar que se respira, não é mais um simples enunciado que se refere ao

conjunto de propriedades e qualidades que mantêm a vida no nosso planeta. Nos dias de hoje, a água é indubitavelmente um dos bens mais preciosos e importantes que se conhece e que de algum modo se considera imprescindível para as populações. (Machado, Carlos J. S, 2003)

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) para o ano de 2000, as mais de 4500 estações de tratamento de água fazem jorrar das torneiras, a cada dia, 32 bilhões de litros de água tratada para abastecer os 138 milhões de brasileiros que usufruem desse serviço. Outros 7,8 bilhões de litros recebem desinfecção através de cloro e 3,1 bilhões são consumidos sem receber nenhum tipo de tratamento. Desde o último levantamento (1989) houve um aumento no número de unidades de tratamento – 75% - sendo que a região Sudeste praticamente duplicou o número de seus sistemas (92,5% de aumento). Em termos de produção o acréscimo foi de 57,9%.

Em 4.088 distritos (47,2% dos distritos com rede pública) a água passa por um processo de tratamento antes de ser distribuída pelo sistema à população. A maioria dos distritos emprega o processo de tratamento convencional, com o uso das operações de coagulação, floculação, sedimentação e filtração para a clarificação da água, seguida de correção de pH, desinfecção e, em alguns casos, de fluoretação. Em 675 distritos a pesquisa identificou a adoção de tipos diversos de estações de tratamento para clarificação da água empregando outros processos cadastrados como não convencionais.

A qualidade da água utilizada pela Empresa Acqualan está diretamente ligada a captação de água subterrânea através de poços, para a empresa não é importante apenas o aspecto da quantidade, isto é, a vazão a ser obtida. A qualidade da água subterrânea é outro fator a ser considerado, tendo em vista o uso proposto para a água a ser captada.

A qualidade das águas subterrâneas é dada, a princípio, pela dissolução dos minerais presentes nas rochas que constituem os aquíferos por ela percoladas. Mas, ela pode sofrer a influência de outros fatores como composição da água de recarga, tempo de contato, água/meio físico, clima e até mesmo a poluição causada pelas atividades humanas. Devido ao maior contato com os materiais geológicos, baixa velocidade de fluxo e maiores pressões e temperaturas, as águas subterrâneas são geralmente mais mineralizadas do que as águas superficiais. Pelas mesmas razões, possuem menores teores de matérias em suspensão e matéria orgânica, esta última devido à ação dos microorganismos presentes no solo. Também, devido as suas condições de circulação, as águas subterrâneas tendem a possuir menor teor de oxigênio dissolvido do que as superficiais.



A qualidade é definida pelas características físicas, químicas e biológicas da água. Dentro dos valores encontrados para cada um destes parâmetros, é possível estabelecer os diferentes usos: consumo humano, irrigação, industrial e outros. A água captada e distribuída pela Acqualan por ser de excelente qualidade, não necessita de tratamento apenas de correção do pH através de dosagem de barrilha e dosagem de Hipoclorito de Sódio para garantia da desinfecção.

Para tanto, a Acqualan, tem investido em estudos do lençol freático, anualmente realiza estudos para avaliação do avanço da cunha salina sobre o lençol de água doce, este trabalho é feito por uma empresa terceirizada que emite relatórios Geofísicos. Diariamente é feita a análise de cloreto (indicador do sal na água) da água bruta e distribuída. Mensalmente é feita a análise completa da água para controle de sua qualidade. O seu processo decisório baseia-se medição periódica do nível e recarga do lençol freático e teste de bombeamento, sempre procurando captar somente o volume compatível com a recarga do aquífero.

Sistema de abastecimento de água utilizado pela CASAN é feito a partir de três grandes sistemas independentes, sendo o sistema que abrange a área central o mais importante:

#### **a). Sistema do Continente e Áreas Urbanas da Ilha (Concessionária CASAN)**

A cidade de Florianópolis ( toda área continental e a área urbana da ilha), juntamente com as cidades vizinhas de São José, Palhoça e Biguaçu são atendidas pelo Sistema Integrado de Abastecimento de Água da Região de Florianópolis. Os mananciais são o rio Vargem do Braço e o rio Cubatão, os quais contribuem com vazões de 810 l/seg e 900l/seg respectivamente, totalizando 1.710l/seg, que corresponde a primeira etapa do projeto. Esta situação refere-se na verdade à condição mais crítica de abastecimento, o que ocorre em períodos de estiagem. Nos demais períodos tem-se sempre uma predominância do volume de água captada no Rio Vargem do Braço, que é o manancial cujas águas são de melhor qualidade, mantendo-se no entanto o patamar de 1.710l/seg, que é a capacidade máxima da estação de tratamento. Ambos os pontos de captação da CASAN estão localizados no município de Santo Amaro da Imperatriz. Convém ressaltar que toda área de captação de água bruta está sujeita à ação antrópica; nestes locais já foram detectadas

lavouras com uso de agrotóxicos, bem como atividades pastoris com todos os riscos à qualidade da água.

Mais recentemente, com a passagem dos dutos de canalização de gás (Gasoduto Brasil-Bolívia), as obras provocaram intenso assoreamento, cujo resultado foi atraso na filtragem da água, chegando a tornar deficitário o abastecimento em dias de chuva. Isto provoca uma intensa gama de risco para confiabilidade no sistema de água de curto prazo. À médio prazo, a constante evolução das atividades antrópicas na área de captação (mananciais) vai aumentar este risco.

A estação de tratamento de água, que é do tipo “filtração ascendente”, está localizada no município de Palhoça e dista cerca de 23 km da cidade de Florianópolis. Depois de passar por um sistema compacto de floculação, decantação e filtração ascendente, a água tratada antes de ser distribuída para consumo sofre uma desinfecção com cloro gasoso, fluoretação com fluorsilicato de sódio e correção do pH com sal.

A população atualmente abastecida com água potável em Florianópolis está estimada em 238.523 habitantes, o que corresponde a 90,8% da população do município.(Meyer, et al 1998)

## **2.3 O Contexto da Educação Ambiental**

O mundo passou por fortes transformações nos últimos 30 anos. No início da década de 70, quando soou o alerta sobre a situação ambiental do planeta através da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Humano, em Escotolmo na Suécia, as previsões sobre o futuro eram catastróficas. Nesse fórum, que catalisou a preocupação de cientistas, estadistas, economistas e ambientalistas sobre a questão ambiental e a situação do planeta é que surgiu a idéia de uma educação voltada para o meio ambiente. Entre as recomendações definidas na ocasião, a de número 96 indicava a necessidade de ser implementada uma educação de caráter interdisciplinar, voltada para os problemas atuais e urgentes e que preparasse as populações para viverem e se desenvolverem em um mundo interdependente e em harmonia com as leis da natureza.

Na Declaração de Princípios, os delegados de diversos países presentes na Conferência incluíram o Princípio 19 que conclama o “indispensável trabalho de educação em questão ambiental, dirigido, seja às gerações jovens, seja aos adultos, dando a devida atenção aos aspectos menos privilegiados da população, a fim de favorecer a formação e a

conduta dos indivíduos, das empresas e das coletividades, inspiradas na responsabilidade para a proteção e melhoria do meio ambiente em toda a sua dimensão humana”.

Percebia-se em 1972, uma preocupação com setores menos privilegiados para população, porém a ênfase foi dada principalmente no controle da poluição industrial, na paralisação dos desmatamentos e até mesmo na diminuição da produção industrial e agrícola. Isto porque o ritmo de crescimento da exploração dos recursos naturais indicava previsões catastróficas para as primeiras décadas do século XXI, com elevados níveis de poluição, aumento da temperatura da Terra, fome e miséria em larga escala e a degradação dos ecossistemas com a extinção de várias espécies animais e vegetais.

A partir daí, são criados órgãos e leis de controle ambiental, surgem as entidades ambientalistas não governamentais, incrementam-se as pesquisas e o avanço tecnológico, e o conhecimento e a consciência ambiental através principalmente da atuação da imprensa e de entidades não-governamentais. Neste contexto as escolas ficaram à margem do processo, onde pode-se dizer que a educação ambiental foi mais resultado de ações do interesse individual de alguns professores, do que de alterações curriculares significativas.

Desde Estocolmo, em 1972, até chegar à Conferência do Rio de Janeiro em 1992 as transformações ambientais foram grandes e com resultados positivos e satisfatórios. As previsões catastróficas dos anos 70 não se confirmaram e, em alguns casos, ocorreram reversões. Entre os resultados positivos observados neste período, podem ser citados os seguintes:

1. Os governos dos principais países adotaram sérios programas ambientais de despoluição das cidades e das zonas rurais;
2. Dezenas de produtos químicos tóxicos deixaram de ser produzidos ou seu uso foi drasticamente reduzido;
3. As grandes indústrias e mineradoras adotaram o gerenciamento ambiental e reduziram os níveis de poluição do ar, da água e do solo;
4. Os centros de pesquisas públicas e aqueles ligados às indústrias, desenvolveram tecnologias adequadas á nova realidade, resultando em produtos menos poluentes e de menor consumo de energia;
5. Nos países tropicais, a pressão generalizada a nível internacional e mesmo internamente contribuíram para reduzir os desmatamentos e o extermínio de animais;

6. As condições ambientais apresentaram melhorias globais significativas: alguns rios foram despoluídos, o desperdício diminuiu, a reciclagem de materiais é uma realidade e várias espécies deixaram de figurar na lista de ameaçados de extinção.

Constatou-se, no entanto, apesar de todos esses resultados, a miséria e a fome se estenderam de forma assustadora, principalmente nos países pobres. Cuidou-se de alguma forma do ambiente físico e biológico e esquece-se da sobrevivência das populações marginais ao processo de desenvolvimento.

A recessão mundial, o avanço tecnológico, os sistemas de qualidade total e a reengenharia promoveram uma maior competição nos setores produtivos, ocasionando o desemprego, marginalização e violência. Tudo em nome de uma racionalização com vistas ao avanço da globalização da economia internacional.

De certa forma, a Conferência do Rio de Janeiro em 1992 reflete sobre estas questões e busca resgatar novamente uma expressão esquecida: o desenvolvimento econômico e social, que associado ao meio ambiente, deu origem ao que se convencionou chamar “Desenvolvimento Sustentável”.

A Agenda 21, que é um dos documentos operacionais resultantes da Conferência do Rio de Janeiro, integra estes princípios e adota os objetos e as diretrizes da educação ambiental definidos por educadores de todo o mundo reunidos em encontros internacionais, onde reflete essas alterações no enfoque ambiental, dando ênfase aos aspectos do desenvolvimento. Desses encontros internacionais de educação ambiental destacam-se o Seminário de Belgrado em 1975 e a Conferência de Tilusi em 1977. O capítulo 36 da Agenda 21 define como áreas prioritárias:

1. a reorientação da educação na direção do desenvolvimento sustentável, onde caracteriza a importância da educação escolar básica como condição para o desenvolvimento econômico e social e a conservação do meio ambiente;
2. a ampliação da conscientização pública, que compreende ações destinadas às comunidades urbanas e rurais, visando sensibilizá-las sobre os problemas ambientais e de desenvolvimento, criando canais de participação nas soluções dos problemas e aumentando a responsabilidade pessoal e coletiva em relação ao meio ambiente;
3. o incentivo ao treinamento, destinado a formação e a capacitação de recursos humanos para atuarem na conservação do meio ambiente e como agentes do

desenvolvimento sustentável, inclusive em relação a implantação das prioridades anteriores.

No Brasil, como certamente em outros países, o debate e a aplicação da educação ambiental se manifestou de forma descontínua e marcada por experiências isoladas. As orientações, recomendações e documentos gerados nos encontros internacionais tiveram pouca ressonância no Brasil. Apenas recentemente os documentos passaram a ser acessíveis ao público, porém ainda continuam desconhecidos da maioria dos educadores, dos ambientalistas e das instituições especializadas.

Talvez, possa se atribuir esse desconhecimento à falta de programas mais sistemáticos de educação ambiental nas escolas e nas comunidades, elaborados a partir das diretrizes ambientais e pedagógicas apropriadas a atender a realidade das diversas regiões, com suas diferenças sociais, econômicas e ecológicas.

Em vista disso, diversas iniciativas e experiências de educação ambiental vêm sendo realizadas em escolas, comunidades e instituições sem que ocorra uma preocupação com os aspectos metodológicos, conceituais e de avaliação de resultados. Trata-se de casos isolados que devidamente adaptadas às regiões, contribuindo efetivamente para a melhoria da qualidade ambiental e de vida, nos bairros, cidades, vilas e em todo o planeta.

A difusão, a adoção e a adaptação pela sociedade organizada e pelas escolas das propostas da Agenda 21 e o estabelecimento de parcerias entre as diversas instituições é o melhor caminho a ser seguido pelas prefeituras, organizações não governamentais e empresas, para que possam encurtar de forma segura, o caminho para o desenvolvimento sustentável.

Observa-se, nesse sentido, o trabalho de educação ambiental desenvolvido pela iniciativa privada em parceria com prefeituras e órgãos de educação, que concretamente respondem por parte significativa das atividades educativas e de treinamentos em educação ambiental para comunidades, escolas e professores no Estado de Santa Catarina, considerando, inclusive, a perspectiva do desenvolvimento sustentável.

A educação ambiental, incluindo a perspectiva de desenvolvimento, é o melhor instrumento na difusão de hábitos, costumes e formas adequadas de atuar sobre o meio ambiente, seja através da educação escolar, da extensão, da comunicação ou da informação ambiental.

## **2.4 A Empresa Acqualan**

### **2.4.1 Histórico**

A Acqualan, uma empresa privada de capital e tecnologia catarinenses iniciou sua participação na Praia Brava no final de 1997, a pedido de moradores. Na fase de urbanização, a construtora responsável pelo loteamento providenciou o abastecimento de água e a coleta de esgoto, pois a empresa estadual titular da concessão, a CASAN, possuía outras áreas com prioridade de atendimento.

A Acqualan aceitou o desafio de operar uma planta pouco atraente do ponto de vista financeiro porque seu principal objetivo era demonstrar a validade do conceito do seu sistema automatizado em um local de grande visibilidade. Na época, havia rede coletora de esgoto nas principais ruas, mas o efluente era infiltrado no Costão Sul, sem nenhum tratamento, comprometendo a balneabilidade da praia. A dificuldade estava na alta sazonalidade do local, cuja infraestrutura era necessária para a população de pico, mas a ocupação plena só ocorria em dois meses do ano.

Em 1997, a Acqualan construiu uma estação completa, com a mais avançada tecnologia de tratamento de esgoto, além da significativa ampliação e manutenção da rede coletora instalada, devolvendo a balneabilidade da praia e a conseqüente valorização dos empreendimentos ali existentes. A Acqualan arcou com todo o investimento necessário para esta estrutura, sem nenhum tipo de ônus para a comunidade.

### **2.4.2 Estação de Tratamento de Água**

Hoje a Empresa Acqualan tem 21 pontos de captação de água subterrânea que funcionam alternadamente até 12 horas por dia, sendo 11 ponteiras com aproximadamente 8 metros de profundidade que produzem em média 4,0 m<sup>3</sup>/h cada uma e 10 poços com aproximadamente 24 metros de profundidade que produzem em média 10m<sup>3</sup>/h cada um.

Esse regime de funcionamento é dimensionado com o auxílio de testes de bombeamento, medições dos níveis dinâmico e estático além de análises. Monitorados por piezômetros, os poços são desativados automaticamente durante o bombeamento caso o nível dinâmico se aproxime do nível estipulado nos estudos para evitar a intrusão salina. São realizadas análises periódicas para monitoramento da qualidade da água captada como forma de assegurar a preservação das propriedades do aquífero.

Além disso, há a fonte de água superficial (represa) que proporciona, em média (períodos de baixa precipitação pluviométrica) um volume de 240 m<sup>3</sup>/dia.

Sendo assim, a capacidade atual de produção é de aproximadamente 2000m<sup>3</sup>/dia, valor suficiente para suportar o pico para o consumo previsto para esta temporada 2003/2004, incluindo aí uma margem de segurança.

A Acqualan tem se esforçado para atender à crescente demanda sem prejuízo ao meio ambiente e às fontes de água potável, inclusive para manter a coerência de sua imagem de empresa ética, responsável e transparente. O esgotamento dos recursos naturais só viria a prejudicar todo o investimento de longo prazo que foi feito até o momento, além de inviabilizar a sua operação na Praia Brava. (Acqualan, 2004)

### **2.4.3 Estação de Tratamento de Esgoto**

A alta sazonalidade da Praia Brava é um desafio, pois é preciso efetuar ajustes precisos e freqüentes nos parâmetros da estação de tratamento para garantir a qualidade do efluente tratado, seja qual for o número de pessoas atendidas. Essa característica torna-se mais relevante no caso de estações instaladas em ecossistemas sensíveis, como é o caso da Praia Brava.

A Acqualan utiliza o processo de Lodos Ativados por Bateladas, detalhado anteriormente.

O processo de Lodos Ativados por Bateladas, vem apresentando resultados bastante expressivos. Em 2004 a eficiência média em relação a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) tem sido de 96%, conforme comprovam os laudos das análises feitas pelo Laboratório de Saneamento da Escola Técnica Federal de Santa Catarina. Com relação aos coliformes fecais e totais, a estação tem apresentado 100% de remoção em todo o seu histórico.

O conceito de sistema, denominado LATOS (Lodos Ativados com Tele Operação e Supervisão), consiste em um conjunto de estações de tratamento completamente automatizadas que reportam seus estados de funcionamento periodicamente a uma central.

Assim, os computadores da estação da Praia Brava permitem que ela trabalhe de maneira completamente autônoma, ligando e desligando aeradores, abrindo e fechando válvulas e atuando outros equipamentos. Mas isso não significa que ela esteja desassistida: no bairro da Trindade, onde fica a sede da Acqualan, uma central de operação e supervisão monitora constantemente o estado da estação, verificando seu funcionamento.

No caso da detecção de alguma anormalidade (como uma válvula que recebeu comando para abrir não reportou sua abertura após 5 segundos, por exemplo), a central envia automaticamente uma mensagem contendo informações detalhadas do problema à equipe de manutenção (via e-mail, pager e telefone celular). A central também possui capacidade para operar a estação à distância enquanto a equipe de manutenção resolve o problema, sendo que o operador pode abrir outra válvula com um simples click no mouse, se necessário. Todas as peças do equipamento são controladas automaticamente na questão da durabilidade para efeito de manutenção e/ou substituição. O sistema avisa quando estes limites estão próximos de serem atingidos “mandando” efetuar o devido reparo/substituição. Isto dá uma confiabilidade de operação comparável ao da indústria aeronáutica.

Os recursos de teleoperação e tele-supervisão também permitem que as receitas (como são chamados os parâmetros de tratamento) possam ser alteradas automaticamente, sem que seja necessário enviar pessoal especializado até a estação. No caso particular da Praia Brava, esta desfruta do benefício adicional de ter uma equipe de manutenção baseada no local.

Mesmo em estações que não exijam tamanha flexibilidade, o sistema LATOS é extremamente conveniente, pois garante a qualidade do efluente tratado, otimiza os recursos de mão-de-obra compartilhando equipes de manutenção, e economiza energia elétrica, pois os equipamentos que mais consomem este recurso são ligados apenas quando necessário e pelo tempo definido na receita. Esse cuidado com a preservação de recursos, sejam eles hídricos ou elétricos, caracterizam a empresa como usuária de tecnologias limpas.

A Acqualan atende a todos os domicílios habitados na Praia Brava com a conexão à rede de coleta de esgoto, com exceção dos estabelecimentos comerciais do alto do morro, sendo que estes possuem sistemas individuais de esgoto fiscalizados pela Vigilância Sanitária.

#### **2.4.4 Descentralização dos Sistemas de Tratamento de Esgoto**

Apesar da importância do tratamento adequado de esgoto, sabemos que este tratamento inexistente na maior parte dos municípios brasileiros. Embora a instalação da rede coletora seja uma solicitação frequente da comunidade, por tirar o esgoto, muitas vezes, da porta das casas, o tratamento é sempre deixado para depois e não considerado prioritário



pelas prefeituras que acabam destinando seus recursos para outras obras (Souza J. T ,et al). Deste modo, o esgoto coletado acaba sendo jogado nos rios mais próximos às cidades poluindo-os e gerando muitos inconvenientes a saúde pública e despesas para recuperação da qualidade da água. É muito freqüente que o esgoto de uma cidade seja jogado num rio do qual à cidade a jusante retira sua água de abastecimento. Se o rio não tiver capacidade de autodepuração, ao longo do trecho, entre a descarga de uma cidade e a tomada d'água da cidade seguinte, a segunda cidade receberá uma água já poluída, para aproveitar a água coletada no rio esta cidade terá um custo adicional, a fim de adequar os parâmetros àqueles exigidos pela legislação no que tange a potabilidade da água a ser distribuída a população.

No Brasil poucas são as cidades dotadas de Estações de Tratamento de Esgotos ETE's. A grande maioria se constitui de estações de grande porte que usam uma tecnologia conhecida por "lodos ativados". São estações projetadas por especialistas e, geralmente necessitam de financiamento de bancos ou agências de financiamento/fomento nacional ou internacional para a sua construção. Pelo seu porte, volume de efluentes tratados e pelo próprio princípio de funcionamento do sistema de lodos ativados, estas ETE's devem ser permanentemente monitoradas por técnicos especializados para que operem com o desempenho e eficácia projetados. Pelo alto investimento necessário a sua implantação e operação, este tipo de ETE muitas vezes, infelizmente, não progride além da fase de projeto. A construção de estações deste tipo provoca, normalmente, impactos sociais e ambientais consideráveis, seja pela área do terreno ocupada (levando a desapropriação e/ou desmatamento), seja pela necessidade de construção de vias de acesso adequadas. O cheiro exalado durante a sua operação pode causar desconforto às populações próximas.

Por outro lado, a mistura de esgotos de origem doméstica com esgotos de origem industrial variada que chega em uma ETE convencional pode levar a geração de lodos de composição complexa, de difícil reutilização, tratamento e disposição, representando mais um inconveniente importante do ponto de vista ambiental.

Como alternativa para os sistemas convencionais para ETE's, contrapõem-se, sistemas biológicos de tratamento menores e menos complexos. São viáveis principalmente em pequenas e médias comunidades e beneficiadas por climas quentes, como é o caso do Brasil, onde "a adoção de sistemas simples para tratamento dos esgotos sanitários, mais do que desejável é uma necessidade imperativa". (Jornal "O Estado de São Paulo" de 03/07/2001)

A descentralização do tratamento de esgotos, a partir de sua “pulverização” em estações menores, às vezes chamadas de compactas, elimina a construção de grandes redes de coleta. Concebem-se redes de coleta menores, abrangendo áreas mais restritas, como bairros e condomínios por exemplo. As tubulações podem encaminhar os efluentes captados o que trará estações de pequeno e médio porte próximas ou dentro da área de geração de esgoto. O tratamento próximo aos locais onde é gerado evita o transporte do esgoto a longas distâncias, gastos com travessia de tubulação ou com estações elevatórias (muitas vezes necessárias em função do relevo do terreno).

Por outro lado, trabalhando-se com uma rede de coleta menor, minimiza-se a possibilidade de infiltrações para dentro da rede de coleta, por ruptura de tubulação, acarretando sobrecargas não previstas no efluente. Em termos ambientais estações de tratamento menores, que já tratam as águas poluídas nos pontos próximos a geração da poluição, permitem a rápida devolução da água ao meio ambiente, a eventual recarga do aquífero ou simples lançamento de água limpa em cursos d’água na própria região.

A simplicidade funcional é uma característica fundamental para qualquer sistema de tratamento de esgoto de pequeno porte. Face às condições ambientais, socioculturais e econômicas do Brasil, sistemas simples de tratamento de esgoto são os que utilizam processos naturais e os reatores menos mecanizados e mais fáceis de construir e operar. (Jornal “O Estado de São Paulo” de 03/07/2001)

#### **2.4.5 Características Ambientais Importantes do Sistema**

Do ponto de vista do impacto ambiental, o Sistema utilizado pela Empresa Acqualan, apresenta muitas vantagens em relação aos outros sistemas. Sendo compacto ocupa pouco espaço físico, o que, por si só, já garante que uma menor superfície sofra agressão, se comparado com sistema convencional. Eventuais desmatamentos (no caso de local florestado), barulho e poluição do ar e do solo, por infiltração de óleos e graxas devidos a equipamentos ou veículos usados no processo e derramamento de resíduos ficam restritos a estas pequenas áreas.

Após a instalação, o Sistema Acqualan, garante eficiência no tratamento, evitando a poluição das águas superficiais e subterrâneas do solo, sem deixar odor. Restringe-se ao máximo (e pode ser melhor controlado) o impacto visual, uma vez que a estação pode ser bem integrada a paisagem local. Mas, ficam à vista os volumes paralelepípedos dos containers. O lodo gerado, de origem conhecida, pode ser depurado e aproveitado ou

disposto com riscos ambientais conhecidos. Finalmente a garantia da possibilidade de reuso da água reciclada preserva os mananciais, já tão escassos, como vimos anteriormente.

Pode-se dizer que uma das grandes vantagens encontradas pelo sistema Acqualan é a grande flexibilidade do sistema de tratamento de esgoto, mas, se por um lado ele ocupa uma pequena área e, por isso, se torna útil, por outra, estes mesmos containers poderiam apresentar uma melhor adaptação ao ambiente. O sistema perde o potencial de aumento da flexibilidade pelo uso de containers pesados com 12,5m de comprimento por 2,5m de largura o que faz surgir a necessidade de guindastes no início e final das estações de pico quando da colocação ou remoção dos mesmos. Finalmente, o sistema ainda não desenvolveu um tratamento visual à altura da sua qualidade técnico-científica.

#### **2.4.6 Educação Ambiental na Empresa Acqualan**

Vários são os conceitos forjados para explicar, justificar ou enquadrar a atuação educativa dos diversos setores envolvidos com a educação ambiental. Neste documento, utilizou-se como conceitos básicos àqueles adotados internacionalmente a partir de 1977 pelos órgãos de meio ambiente, desenvolvimento e educação das Nações Unidas que, pela sua abrangência e clareza, permanecem atuais, permitindo a sua utilização acrescentando-se apenas recomendações específicas a cada realidade.

A Educação Ambiental nesse contexto é conceituada como um processo que visa “desenvolver uma população que seja consciente e preocupada com o meio ambiente e com os problemas que lhe são associados, e que tenha conhecimentos, habilidades, atitudes, motivações e compromissos para trabalhar individual e coletivamente na busca de soluções para os problemas existentes e para a prevenção dos novos” (Agenda 21, cap.36).

Nesse sentido, a Empresa Acqualan procura introduzir ao longo destes anos um processo permanente e participativo de explicitação de valores, instrução sobre problemas específicos de gerenciamento do meio ambiente, formação de conceitos e aquisição de competência que motivem na população o comportamento de defesa, preservação e melhoria do ambiente. Para que isso ocorra de forma efetiva, a Acqualan buscou junto a Agenda 21, capítulo 36(item 9.1). Objetivos e diretrizes para orientá-los nas atividades de Educação Ambiental junto a comunidade ONG's e escolas.

As principais categorias para desenvolvimento de atividades são as seguintes:

a). O setor de educação não-formal: jovens e adultos, individual e coletivamente, de todos os segmentos da população, tais como famílias, trabalhadores e todos aqueles que dispõem de poder nas áreas ambientais ou não.

As diretrizes Básicas do Programa de Educação Ambiental empregado pela Acqualan:

Estabelecer uma relação para a comunidade de todas as idades, entre a sensibilização pelo ambiente, a aquisição de conhecimentos, a capacidade de resolver problemas e o esclarecimento de valores, insistindo especialmente em sensibilizar os mais jovens sobre os problemas ambientais existentes em sua própria comunidade;

Contribuir para que a comunidade e turistas descubram os efeitos e as causas reais dos problemas ambientais.

## **2.5 O Cadastro Técnico Multifinalitário**

Analizando definições de diferentes autores sobre Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM), tais como: Loch (1984), Philips (1996), Karnaukhova (2000), pode-se concluir que o CTM é um sistema integrado de informações sobre a terra que caracteriza ou identifica uma determinada área de interesse. O CTM contém a descrição geométrica das parcelas, as quais constituem sua unidade fundamental, junto com registros que descrevem os interesses sobre estas. Além disso, possui um conjunto de informações atualizadas, representadas por mapas temáticos que foram executados por uma equipe de técnicos das diferentes áreas afins.

Cadastro Técnico é o conjunto de informações de Engenharia de uma determinada região, composto por: base cartográfica, caminhamentos de redes de água e esgoto com seus respectivos atributos, simbologias e indicações topográficas, obras não lineares. Fonte: termo de Referência da Concorrência Internacional GE/SABESP nº 14.753/1993 do Grupo Executivo da Comissão Especial para o Programa de Despoluição do Rio Tietê.

Segundo Camargo (1997), a perfeita identificação das fases de um cadastro, bem como o encadeamento dessas fases, são conhecimentos indispensáveis ao processo de recuperação das informações, definição dos métodos de conversão dos dados e orientação do trabalho de recadastramento, quando indicado. Geralmente, um histórico contém especificidades sobre as fases de Redes de Água e Redes de Esgoto, cujas expansões encontram-se normalmente defasadas no tempo.

### **2.5.1 A Composição do Cadastro Técnico**

O Cadastro Técnico é composto, basicamente, por mapas, croquis, sistemas de acesso, cadernetas, formulários e um conjunto de normas e procedimentos (Camargo, 1997).

- a) Mapas de Articulação;
- b) Mapas (plantas) Cadastrais;
- c) Croquis;
- d) Cadernetas;
- e) Sistemas de Acesso;
- f) Formulários, Normas e Procedimentos;
- g) Base Cartográfica.

### **2.5.2 A Informatização do Cadastro Técnico em serviços de Água e Esgoto**

Segundo Camargo (1997), os serviços de Saneamento Básico, enfrentam mais do que nunca os desafios da eficiência e da qualidade. Não há possibilidade de sucesso na busca de mais recursos para o setor de saneamento, sem a contrapartida do aumento de produtividade, da qualidade e da redução de custos.

Todavia, a despeito dos constantes esforços feitos para a implantação e calibração de modelos operacionais cada vez mais refinados, na prática, operar um sistema de abastecimento com eficácia significa minimizar o tempo de resposta à perturbações que se introduzem no modelo através de um grande número de variáveis, a saber:

1. manobras para isolar trechos ou remanejar abastecimento para manutenção corretiva;
2. manobras para isolar trechos, interligar ou remanejar abastecimento para manutenção preventiva, reabilitação e substituição;
3. manobras para reduzir a área afetada ou implantar rodízio para equacionar desequilíbrios entre a oferta e a demanda;
4. manobras para interligações visando a melhoria ou expansão do sistema de abastecimento;
5. racionalização da operação de reservatórios e elevatórios.

A redução do tempo e a precisão da resposta a esses problemas é fortemente dependente dos seguintes fatores:

- a. facilidade de acesso e confiabilidade dos dados cadastrais para proceder intervenções rápidas e precisas;
- b. capacidade para simular intervenções obtendo respostas rápidas, precisas; e
- c. racionalização do trabalho das equipes no campo, dando-lhes mobilidade e equipando-as adequadamente.

### **2.5.3 A Abrangência de um Sistema Cadastral**

As partes integrantes de um Sistema Cadastral as completas informações nele contidas determinarão a sua aplicabilidade, enquanto fonte de informações. Para fins de constituição de um Cadastro Técnico para sistemas de produção de água tratada, coleta e tratamento de esgotos, são importantes dados sobre: (Camargo, 1997)

1. a área geográfica;
2. população atendida;
3. os sistemas produtor de água;
4. os mananciais;
5. os sistemas de distribuição de água tratada;
6. os sistemas de coleta, tratamento e destinação de esgotos;

### **2.5.4 Cadastro Técnico Urbano – CTU**

De acordo com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Urbano (1984), o Cadastro Técnico Urbano não deve constituir-se em um repositório estático de informações, mas sim, tornar-se dinâmico e integrado às funções de um sistema de informações sobre a propriedade imobiliária, uso e ocupação do solo urbano do município que, entre outras, deve ter finalidades básicas:

1. Registrar e identificar todos os componentes do patrimônio público e privado, existentes no tecido urbano;
2. Localizar espacialmente os equipamentos de infra-estrutura urbana;
3. Fornecer dados de natureza física sobre as edificações urbanas;
4. Otimizar a localização de setores urbanos;
5. Promover planos e projetos de desenvolvimento urbano através de seus componentes cartográficos e do registro dos dados do sistema de informações, etc.

Segundo Loch (1989), in Scheneider, o Cadastro Técnico Urbano é composto de uma série de mapas ou cartas, nas quais estão representados os mais variados temas na

conjuntura global do tecido urbano. Dentre os temas mais importantes que compõem o Cadastro Técnico Urbano, temos:

- a. cadastro de redes viárias;
- b. cadastro imobiliário;
- c. cadastro tributário;
- d. serviços de infra-estrutura;
- e. cadastro plani-altimétrico e outros.

Continua o Autor afirmando que a diferença significativa do valor do metro quadrado de terreno na esfera urbana, em relação à rural, demonstra a necessidade da precisão do CTU.

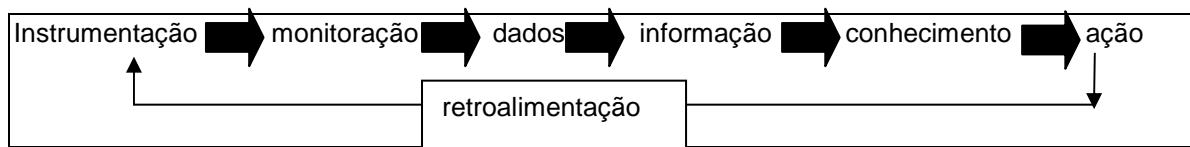
## 2.6 O Sistema de Informação

No mundo atual a informação é o “motor” das atividades humanas. Nas empresas de abastecimento de água, talvez, mais do que a água, a informação seja a matéria-prima com que trabalham a maioria de seus empregados. Este fato decorre naturalmente de suas obrigações de rotina, tais como:

1. Evitar e prevenir riscos e emergências ou resolvê-los quando ocorrem;
2. Manter a qualidade do serviço, ao menos no nível a que o público está acostumado (Luvizotto Jr, Koelle e Andrade, 1997).
3. Observar que os recursos econômicos e humanos sejam utilizados eficazmente;
4. Resolver problemas evidentes;
5. Obter melhores benefícios econômicos (na tentativa de minorar perdas ou custos) (Awwa, 1994–Cortez e Uchoa, 1997).
6. Prever e planejar obras de expansão;
7. Utilizar e conservar as boas condições as instalações e equipamentos;
8. Atualizar o cadastro de usuários, redes e informações importantes.

Para atender a estas obrigações são elaborados sistemas de informações que devem reunir algumas características e qualidades. Neste caso particular, entre as principais características de um sistema de informação devem estar presentes os seguintes quesitos: a clareza em seus objetivos, a precisão na definição de suas funções, a responsabilidade e os direitos dos provedores e usuários, proporcionando a geração de melhor conhecimento com base em critérios de custos razoáveis e de adequada flexibilidade.

Um sistema de informação deve possibilitar e facilitar que se cumpra o ciclo mostrado na Figura 05:



**Figura 03:** Sistema de alimentação

Ademais, deve-se atingir um custo razoável (entendendo-se por razoável o montante que resulte em valores inferiores ao benefício que se obtenha ou que potencialmente venha a se obter deste esforço no futuro).

Nos últimos anos, com o avanço da informática, foram numerosos os desenvolvimentos de sistemas de informação para o apoio às decisões e controle de operações de gestão. No caso do abastecimento de água, destacam-se segundo (Rodriguez, 1997):

1. MIS (Management Information System)–Sistema de Informação Gerencial
2. DIS (Decision Information System)–Sistema de Apoio a Decisão
3. EIS (Executive Information System)–Sistema de Informação para Executivos
4. GIS (Geographic Information System)–Sistema de Informação Geográfica–provê os dados, mapas e as interrelações para as várias aplicações.
5. LIMS (Laboratory Information Management System)–Sistema Administrador de Dados de laboratório–Acompanha e registra os parâmetros de qualidade da água para o processo de tratamento de água bruta e para o sistema de distribuição.
6. CIS (Customer Information System)–Sistema de Informação de Usuários–Base de dados de faturamento. Acompanha a situação dos usuários, instalações, consumo e receitas.
7. SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)-Controle Supervisor e obtenção de dados-Controla e adquire dos, como: níveis de água nos reservatórios, as pressões e as vazões, do sistema de distribuição.

MMS (Maintenance Management System) - Sistema de Gerenciamento de Manutenção - Programa e acompanha os trabalhos de manutenção e reparos nas



instalações, incluindo o gerenciamento de materiais.

### **2.6.1 Sistema de Informação Geográfica (SIG)**

Um SIG pode ser definido como “um sistema composto por hardware, software, pessoas e procedimentos projetados para realizar uma eficiente captura, armazenagem, atualização, manipulação, análise, modelagem e exibição de dados geograficamente referenciados para solução de diferentes tipos de problemas”.

De maneira simples, pode-se dizer que o SIG é um sistema baseado em computador, que armazena e processa dados que descrevem lugares e eventos sobre a superfície da Terra. (Lovato et al, 1992)

Os Sistemas de Informação Geográficos devem representar o maior número possível de tipos de dados. Os principais são: mapas temáticos, mapas cadastrais, redes, imagens de satélites (sensoriamento remoto) e aerofotogrametria, além dos modelos numéricos do terreno (MNT). Conforme Câmara e Medeiros (1998), os mapas temáticos são aqueles que descrevem de forma qualitativa a distribuição espacial de uma grandeza geográfica, diferentemente dos mapas cadastrais que se distinguem deste, no sentido de que cada elemento é considerado como um objeto geográfico, possuindo atributos não gráficos (gerenciados por bancos de dados).

No mundo todo, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) têm sido concebidos com o principal objetivo de desenvolver novas tecnologias na gestão de cidades. Principalmente as grandes aglomerações urbanas, vêm-se às voltas com problemas de abastecimento (água tratada, gás, energia elétrica, esgotos, etc.), telecomunicações, esgotamento sanitário, controle das condições ambientais, proteção aos mananciais, controle de tráfego, cadastro imobiliário, e outros.

Geographical Information Systems constituem “um conjunto de ferramentas para coleta, armazenamento, recuperação, transformação e exibição de dados espaciais do mundo real para um conjunto particular de propósitos” (Burrough, 1989).

Outras definições, apresentadas por autores brasileiros merecem destaque:

“Sistema Geográfico de Informação (SIG) constitui o tipo mais importante em termos de viabilização do Geoprocessamento”, este último sendo (um conjunto de procedimentos computacionais que, operando sobre bases de dados geocodificados ou mais evolutivamente, sobre bancos de dados geográficos executa análise, reformulações e sínteses sobre os dados ambientais disponíveis” (Silva e Souza, 1987).

“Sistema de Informações Geográficas são modelos do mundo real úteis a um certo propósito; subsidiam o processo de observação (atividades de detecção, mensuração e classificação), a atuação (atividades de operação, manutenção, gerenciamento, construção, etc...) e a análise do mundo real” (Rodrigues e Quintinilha, 1991).

SIG's são sistemas cujas principais características são: “integrar, numa base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e de cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno; combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos derivados; consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados geocodificados”. (Câmara, 1993)

Em todas essas questões, os Sistemas de Informações Geográficas aparecem como o mais moderno instrumento para auxílio ao planejamento, controle e supervisão. Uma vez que entre as principais aptidões encontra-se a de simular e interrelacionar eventos de natureza intrinsecamente espacial, esta moderna ferramenta permite a projeção de cenários para efeito de planejamento, bem como o modelamento de funções de correlação e a interação de dados de monitorização para efeito de controle, supervisão e obtenção de diagnósticos.

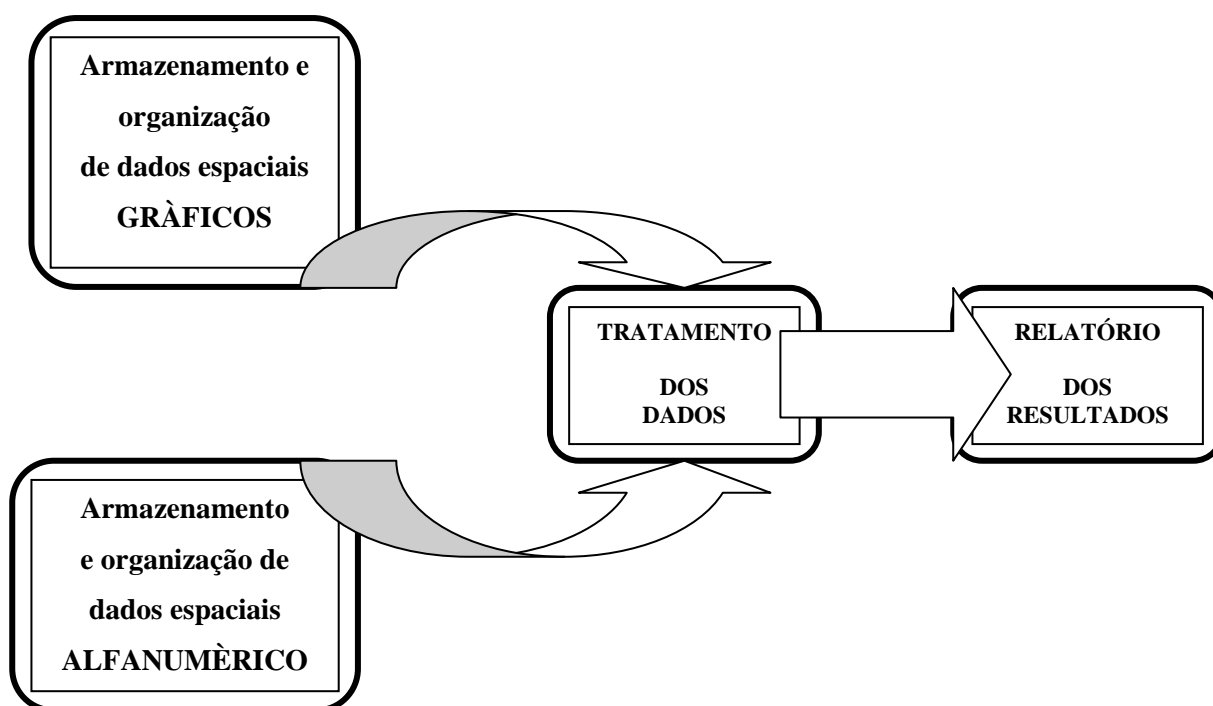
### 2.6.2 Componentes do SIG

Um SIG, é composto por diferentes subsistemas para o tratamento da informação geográfica. Conforme ilustrado na figura 06. Buzai e Durán (1997) classificam estes subsistemas como os componentes do SIG:

1. **Armazenamento e Organização de dados espaciais gráficos:** digitalização vetorial como procedimento manual (uso de mesa digitalizadora), digitalização raster automática (uso de scanner) ou arquivo que provém diretamente dos sensores remotos.
2. **Armazenamento e Organização de dados espaciais alfanuméricos:** estes dados, com a sua localização espacial explícita, organizam-se em arquivos computacionais e podem ser eficientemente recuperados para que se submetam a possível modificação, ampliação, tratamento estatístico ou para serem associados às correspondentes entidades gráficas geo-referenciadas.

3. **Tratamento dos Dados:** utilização de ferramentas que o SIG apresenta para manipular o contido nos sistemas anteriores e realizar a partir deles procedimentos de análise espacial.

4. **Relatório dos resultados:** relatórios obtidos através dos periféricos de saída (impressora, plotter, etc), das respostas obtidas mediante os procedimentos realizados com o subsistema anterior Armazenamento e organização de dados espaciais gráficos:



**Figura 04:** Sistemas componentes de um SIG

### 2.6.3 A Tecnologia SIG aplicada à Informação do Cadastro Técnico

Algumas das potencialidades do SIG no planejamento, projeto, operação e manutenção de sistemas de produção e distribuição de água , coleta e tratamento de esgotos são enumeradas a seguir:

1. Supervisão de planos diretores
2. Desenvolvimento de políticas tarifárias
3. Suporte ao planejamento e projeto
4. Suporte às atividades de manutenção preventivas e corretivas
5. Melhoria das relações com usuários

6. Análise de risco
7. Segurança de sistemas

A qualidade da água é afetada por uma variedade de fatores naturais e antropogênicos, incluindo fatores hidrológicos, climáticos, geológicos, uso de pesticidas, aplicação de fertilizantes, desmatamento, efluentes químicos de resíduos e urbanização.

Uma vez que o SIG é capaz de combinar grandes volumes de dados de uma ampla variedade de fontes, torna-se uma ferramenta útil para investigações de muitos aspectos da qualidade da água. O SIG pode ser usado para identificar e determinar a extensão espacial e as causas dos problemas de qualidade das águas, tais como efeito das práticas de usos do solo nas adjacências dos corpos d'água. O SIG também pode:

1. Ajudar a determinar a locação, a distribuição espacial e a área afetada por fontes de poluição puntiformes ou difusas;
2. Ser usado para correlacionar cobertura de terrenos e dados topográficos com uma ampla variedade de variáveis ambientais incluindo escoamento superficial, drenagem e tamanho de bacias de drenagem;
3. Ser usado para avaliar os efeitos combinados de vários fatores antropogênicos (tais como o uso do solo) e naturais (tais como alterações de rochas, precipitação e drenagem) na qualidade da água;
4. Ser usado para a prospecção de recursos hídricos (novos mananciais);
5. Ser incorporado em modelos de qualidade de água e modelos de gestão.

Segundo Camargo (1997), algumas das vantagens de um sistema informatizado de armazenamento e recuperação de dados sobre sistemas convencionais são como segue:

- a) capacidade de manipulação de um volume de dados muito maior, com eficiência;
- b) maior capacidade de garantir a qualidade dos dados armazenados;
- c) capacidade de cruzar dados da qualidade da água com outros dados relacionados, tais como níveis da água e descargas, água e uso do solo ou informações sócio-econômicas;
- d) maior rapidez e flexibilidade na recuperação dos dados. Por exemplo, com um sistema informatizado é relativamente fácil recuperar os dados de qualidade da água segundo uma variedade de fatores tais como: por bacias ou limites geopolíticos; em ordem cronológica ou por estação; os valores em si ou associados com outros dados relacionais;

- e) maior variedade de formas de apresentação. Existe uma ampla variedade de formas de apresentação, se os dados encontram-se sistematicamente armazenados no computador. Essa capacidade torna-se muito importante quando os dados são usados para diferentes finalidades. Cada aplicação usualmente tem sua própria maneira mais apropriada de apresentação dos dados;
- f) maior acesso a métodos de modelamento estatístico e gráfico para análise e interpretação dos dados. Embora, teoricamente, a maioria desses métodos de análise e modelagem possa ser aplicada manualmente, de um ponto de vista prático a solução do “lápiz, papel e calculadora” é as vezes tão morosa que se torna uma alternativa não realística, especialmente em casos de grandes conjuntos de dados ou métodos de tratamentos complexos.

Estes problemas ambientais motivaram o presente trabalho, no sentido de viabilizar sua avaliação e análise através da utilização de Sistema de Informações Geográfico. A possibilidade de localizar, observar e analisar espacialmente uma determinada entidade geográfica em mapas digitais e não somente através de relatórios, é a grande vantagem encontrada num SIG para a gestão ambiental, permitindo obter-se dados integrados que possibilitam os mais diversos tipos de análise espaciais sobre a área de estudo, além, da facilidade de manter e atualizar a base de dados.

### 3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

#### 3.1 Localização

O Município de Florianópolis, com área de 436,5 km<sup>2</sup> (de acordo com o último levantamento do IBGE—MISAN/RMMW. População Área Territorial 2002), está delimitado pelos paralelos de 27° 22 e 27° 51 de latitude sul e nos meridianos de 48° 20 e 48° 37 de longitude oeste.

Os limites geográficos do município estão assim configurados: divididos por duas porções de terras, uma refere-se à Ilha de Santa Catarina que possui uma área de 424,4 km<sup>2</sup>; com – 54 km no sentido norte-sul e 18 km no sentido leste-oeste, e outra porção em área continental com 12,1 km<sup>2</sup>, separados por um estreito de 500 metros de largura.

As duas porções do município são ligadas por três pontes. O canal ou estreito sob elas, divide as Baías Norte e Sul. Possui aproximadamente 500 metros de largura entre as partes mais próximas da ilha com o continente. E apresenta uma profundidade variável, que pode chegar a até 30 metros, devido à grande movimentação de sedimentos trazidos pelas correntes marinhas, águas das chuvas sobre a superfície terrestre e pelo deságüe dos rios.

#### 3.2 Geologia

Geologicamente a Ilha de Santa Catarina se constitui por duas formações básicas: os terrenos cristalinos e os terrenos sedimentares de formação recente. Os terrenos cristalinos formam as partes mais elevadas da ilha, destacando-se a cadeia central de direção norte/sul e os pontos rochosos que se sobressaem na periferia. Os terrenos sedimentares constituem as partes baixas onde há formação de dunas, restingas e manguezais.

#### 3.3 Geomorfologia e Relevo

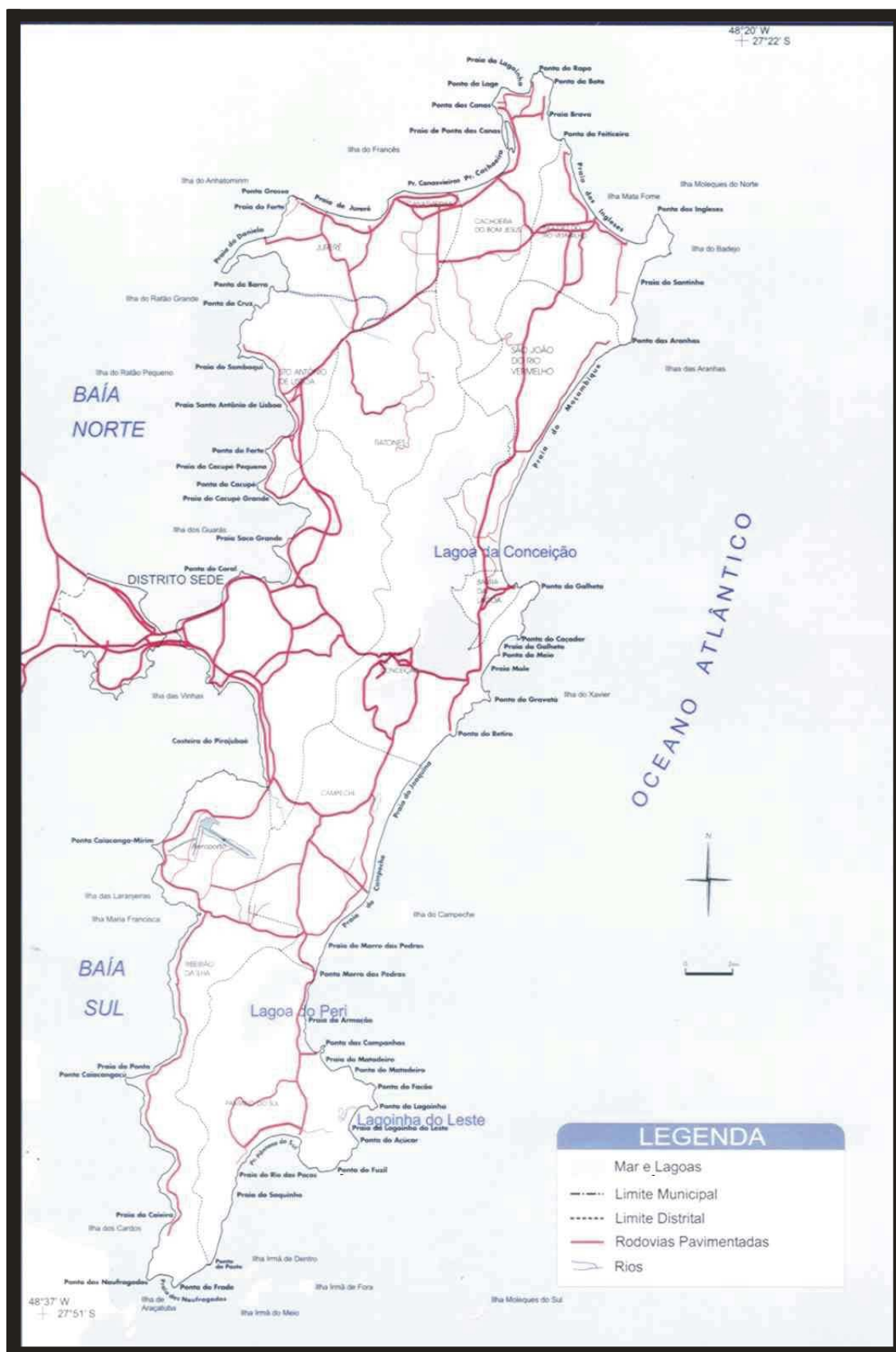
A Ilha de Santa Catarina tem uma forma alongada, em média 54 km de comprimento por 18 km de largura e uma linha de costa bastante recortada (172 km lineares). Situa-se paralela ao continente e é separada deste por um estreito canal. Apresenta uma morfologia descontínua, formado por cristas montanhosas, com altitudes

que variam de 400 a 540 metros e por morros isolados com altitudes inferiores, intercalados de pequenas planícies.

No relevo da região há predominância da unidade Serras do Leste Catarinense, caracterizadas pela formação subparalela, com ocorrência de pontas e promontórios. A altimetria baixa em direção Leste, onde ocorrem esparsamente planícies costeiras e fluviais ao longo do litoral e nos baixos vales dos rios. Todo o litoral é recortado, com inúmeras praias, pontas, promontórios, ilhas e lagoas.



**Figura 05:** Imagem Landsat TM 5/ INPE





### 3.4 Hidrografia

O sistema hidrográfico de Florianópolis, a exemplo do restante do Estado, é determinado pelo regime pluviométrico, caracterizadas pelas chuvas distribuídas ao longo do ano garantindo, desta forma o abastecimento dos mananciais regular.

O complexo hidrográfico de Florianópolis caracteriza-se por bacias, lagoas, rios e córregos de pequenas extensões que deságuam diretamente nas baías Norte e Sul no Oceano Atlântico. Destacam-se as bacias do rio Ratonas, Saco Grande, Lagoa da Conceição, Itacorubi, Rio Tavares e Lagoa do Peri, Lagoinha do Leste e Pântano do Sul. (Atlas Ambiental de Florianópolis, 2002)

A hidrografia de Florianópolis caracteriza-se pela fraca capacidade de vazão da rede de drenagem e a ausência de mananciais vigorosos. Destaca-se antigos mananciais, destinados à preservação ambiental para suprir eventual necessidade futura de abastecimento entre as quais: Represa do Saco Grande, Represa do Tavares e Ribeirão Ana Davila. Destacam-se ainda, o rio Tavares, ribeirão da Fazenda, ribeirão dos Defuntos, rio Ratonas, rio Sertão entre outros.

O complexo hidrográfico da ilha de Santa Catarina tem sofrido problemas ambientais ligados à expressiva quantidade de efluentes urbanos, representado por resíduos sólidos e esgoto “in natura”. Importante também, é a erosão causada por ocupações irregulares nas Áreas de Preservação Permanente. (SDM, 2000)

### 3.5 Clima

O clima de uma determinada localidade é formado por uma complexa interação entre os continentes, oceanos e as diferentes quantidades de radiação recebida do sol. O giro da terra em torno deste astro faz com que essa quantidade de energia recebida em cada localidade varie ao longo do ano, criando um ciclo sazonal responsável pelas estações de verão, outono, inverno e primavera.

Em Santa Catarina esta variação sazonal do clima é bastante definida por causa da localização geográfica. No verão, quando os raios solares estão chegando com maior intensidade a quantidade de radiação solar global recebida chega à 502 cal/cm<sup>2</sup>, no inverno esse fluxo é bem menor e fica em torno de 215 cal/cm<sup>2</sup>. No inverno a frequência de inserção de frentes frias e massas de ar frio é muito maior e contrastam com as altas

temperaturas de verão, geradas pela permanência da massa de ar tropical. As estações de transição, outono e primavera, mesclam características das duas outras estações.

Além das variações sazonais associadas ao movimento da terra em torno do sol, a orografia de Santa Catarina e a proximidade do mar são os grandes responsáveis pelas diferenças de clima existente entre as diversas localidades do estado. A planície litorânea tem altitude que varia de 0 à 300 m, logo que se sobe a Serra do Mar, no Planalto Serrano e Meio Oeste, as altitudes já passam a variar entre 800 e 1500 m, mais para oeste as altitudes vão ficando menores até atingirem uns 200 m no extremo oeste. Toda essa variação de altitudes e distanciamento do mar faz com que o clima varie bruscamente entre uma região e outra, as temperaturas, por exemplo, podem variar mais de 10 graus entre os Planaltos e o Litoral.

O clima característico de determinadas regiões sofrem uma variabilidade interanual associada à fatores de grande escala, como exemplo disso podemos citar a ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña que por vezes podem alterar de forma brusca o clima de Santa Catarina. O clima de uma determinada região nem sempre é igual de um ano para o outro e é neste sentido que faz-se necessário o constante estudo, previsão e monitoramento do clima.( EPAGRI, 2004)

### **3.6 Vegetação**

A Ilha de Santa Catarina apresenta-se predominantemente por uma cobertura secundária, devido ao alto grau de desamamento ocorrido no início da colonização onde a madeira era a base de tudo. Atualmente em Florianópolis essa formação vegetal cobre cerca de 87% da cobertura vegetal.

A vegetação secundária pode ser classificada segundo Klein (1980), como um conjunto de espécies vegetais que aparecem após a retirada da floresta original ou após um cultivo qualquer. Existem vários estágios: o pioneiro caracteriza-se pela presença de pequenas ervas; a capoeirinha apresenta pequenos arbustos; a capoeira possui o predomínio de arbustos e árvores; o capoeirão possui grandes plantas arbustivas e arbóreas e o último estágio é a própria floresta secundária, caracterizada pelo adensamento de várias espécies no meio de grandes árvores, e epífitas, formando um ambiente sombreado e úmido.

Apresenta também 1% de Floresta Ombrófila Densa e estão localizadas no topo do Morro do Ribeirão, na encosta leste do Parque Municipal da Lagoinha do Leste e num dos topos dos morros da Costa da Lagoa da Conceição.

### 3.7 Demografia

O aglomerado urbano de Florianópolis (Florianópolis, Biguaçu, Palhoça, e São José), totaliza uma população em 2000 de 665.701 habitantes, segundo o censo demográfico—IBGE . Florianópolis, cidade pólo do aglomerado urbano tem uma população de 341.781 habitantes em 2000 (IBGE), representando proximidade de 6% do total de habitantes de Santa Catarina.

A população total do aglomerado representa 93,97% da população total do núcleo da Região Metropolitana (693.332 habitantes), esta por sua vez representa 13% da população de Santa Catarina. Em janeiro de 1998, a Lei Complementar nº 162 instituiu a Região Metropolitana de Florianópolis, a primeira a ser criada no Estado com o objetivo principal de dinamizar as soluções dos problemas urbanos comuns.

O Município de Florianópolis é composto por 12 distritos que se concentram na Ilha. Segundo dados do IBGE, destaca-se o distrito da Lagoa da Conceição com maior população (19.319 habitantes). Em média, cada distrito possui 9.127 habitantes. A Ilha possui 17 bairros, sendo a comunidade do centro com o maior número de habitantes (24.312). No Continente, que possui 15 bairros, Capoeiras é o mais populoso, com 11.139 habitantes, enquanto que a comunidade de Matadouro perfaz 1.892 habitantes.

As praias são caracterizadas por cordões arenosos que circundam a grande parte terrestre do Município. Além de serem local de moradia e de lazer, são também um dos atrativos turísticos de Florianópolis. Com extensão de apenas 920 m, a Praia Brava pertencente ao distrito de Cachoeira do Bom Jesus apresenta-se hoje com uma população oscilando entre duas mil nas estações frias para trinta mil nas estações quentes e pode-se considerar que a Praia Brava tem, no lazer sazonal, sua atividade mais importante para a sua economia.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Etapas Metodológicas

Avaliar a sustentabilidade de sistemas de saneamento, interagindo entre várias propriedades de uma bacia hidrográfica, comunidade ou município, é tarefa complexa. Vários desafios metodológicos estão relacionados às escalas de tempo e espaço. No Brasil, as tentativas de avaliação da sustentabilidade dos sistemas de saneamento têm se limitado a pequenas comunidades, ou poucas cidades. Muitos sistemas com sustentabilidade numa comunidade, quando generalizados à região aumentando a sua área de abrangência, podem deixar de se tornar sustentáveis.

Desta forma, torna-se imprescindível a definição de procedimentos para avaliação da eficiência de sistemas diferenciados de saneamento em um mesmo município, onde um utiliza técnicas convencionais e o outro utiliza técnicas modernas, que vizam a permacultura, e que proporcionam a possibilidade de geração de um comparativo.

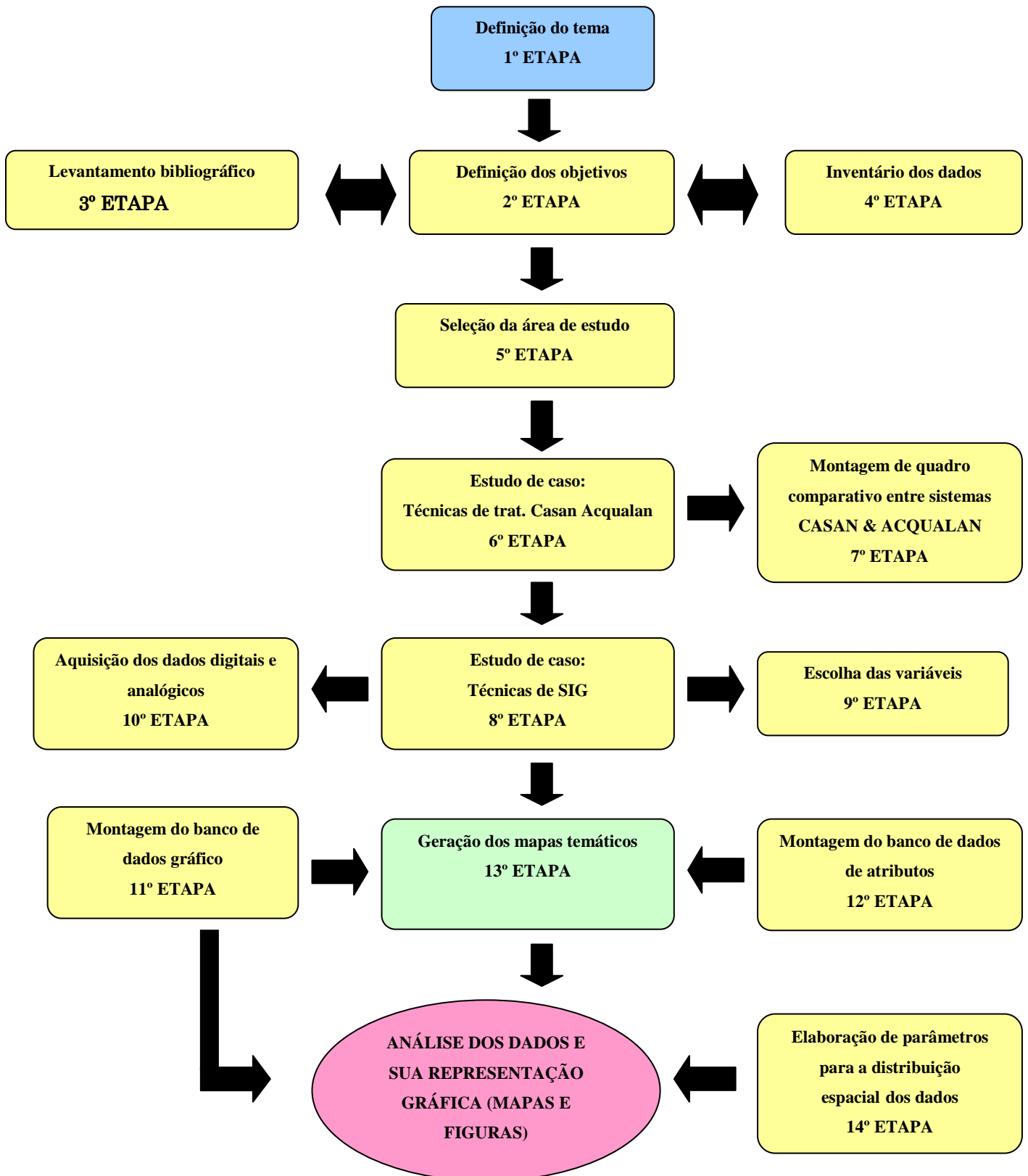
Considerando-se técnicas de gestão de recursos hídricos, aplicáveis a utilização e distribuição de água potável e ainda a proteção de ambiental, é que se pode produzir um comparativo utilizando-se de indicadores de qualidade, custo, eficiência e produtividade.

A gestão dos recursos hídricos, tem se beneficiado do avanço dos sistemas de informação computadorizados, como capacitadores essenciais dessa gestão moderna, e com base nesse sistema que será descrita a metodologia de trabalho, apresentada na figura nº 07.

As etapas denominadas 1º, 2º, 3º, 4º e 5º já foram apresentadas nos capítulos anteriores, na etapa denominada 6º, serão definidos os pontos pertinentes a avaliação das técnicas de tratamento e na etapa denominada 7º, será proposto um quadro comparativo entre os sistemas de saneamento Casan & Acqualan.

Nas etapas denominadas 8º, 9º e 10º, serão estudadas as técnicas de geração de sistemas de informação geográficos e a escolha das respectivas variáveis.

As etapas denominadas 11º, 12º e 13º trabalhar-se-ão na montagem do banco de dados gráfico e banco de dados de atributos para a geração dos mapas temáticos. E por fim a análise dos dados e a apresentação dos mapas e tabelas. A Figura 8 elucida esta idéia.



**Figura 07:** Etapas Metodologicas

#### 4.1.1 Estudo de Caso

Dentre vários sistemas de tratamento de água e esgoto existentes, alguns de maior eficiência outros de menor eficiência dos aqui descritos, torna-se de grande importância o esclarecimento de porque da escolha da Empresa Acqualan e Concessionária Casan Insular em específico.

Esta escolha se justifica pelo fato de termos ambas na mesma localidade e em pleno funcionamento e também por apresentarem sistemas de tratamento de águas e esgoto de maneiras bem diferenciadas.

#### 4.1.2 Quadro Comparativo

A implantação “a priori” de um quadro comparativo entre os sistemas, caracteriza as diferenças existentes entre distribuição de água e coleta de esgoto e suas respectivas vantagens e desvantagens:

**Tabela 01** - Comparativo entre os Sistemas de Tratamento de Água:

<b>Sistema de Tratam. de Água</b>	<b>CASAN</b>	<b>ACQUALAN</b>
Estação de Tratamento	pública	privada
Estação de Tratamento	centralizada	descentralizada
Sistema de Tratamento	complexo	simples
Tipo de Sist. de Tratamento	filtração ascendente	cloração
Captação	apres. problemas de volume	apres. problemas de volume
Captação	Rio (princ.)	Aquífero subterrâneo
Captação	maior variação da qualidade	menor variação da qualidade
Captação	fora do município	na propria bacia
Percentual de perda	40%	5%
Espaço físico	Ocupa uma grande área	Ocupa uma pequena área
Caracteriza-se	grandes distâncias de rede	pequenas distâncias de rede
Caracteriza-se	vulnerabilidade ambiental	sustentabilidade
Custo da infraestrutura	maior	menor

A Tabela 01 reproduz as principais diferenças existentes entre os sistemas de tratamento de água. Como já foi mencionado anteriormente começando pela captação pode-se perceber uma grande diferença entre os dois sistemas: a captação da

Concessionária CASAN é feita nos mananciais dos rios Vargem do Braço e Cubatão, o sistema está sujeito a ação antrópica, está sujeito também, a grandes variações da qualidade em função de agrotóxicos e resíduos lançados nos mananciais, tendo uma grande influência das canalizações. Exemplo: quando da passagem dos dutos de canalização de gas (Gasoduto Brasil-Bolívia), as obras provocaram intenso assoreamento, cujo resultado foi atrasar a filtragem, chegando a tornar deficitário o abastecimento em dias de chuva. Isto provoca uma intensa gama de risco para confiabilidade no sistema de água à curto prazo. À médio prazo, a constante evolução das atividades antrópicas na área de captação (mananciais) vai aumentar este risco.

Acqualan somente utiliza água da sua própria bacia hidrográfica ou, pode se dizer, dentro da sua própria jurisdição não tendo com isso problemas com grandes extensões de canalizações e também não necessitando preocupar-se com problemas possíveis futuros de direitos de captação e cobranças pela utilização da água, tanto comentado nos últimos anos. Apresenta apenas o problema de controle de retirada do aquífero primeiro para não haver contaminação salina do mesmo e segundo devido a capacidade de retirada da água, Por investir em estudos do lençol freático, para realização anual de estudos para avaliação do avanço da cunha salina sobre o lençol de água doce, por uma empresa terceirizada que emite relatórios Geofísicos, diariamente é feita a análise de cloreto (indicador do sal na água) da água bruta e distribuída, mensalmente é feita a análise completa da água para controle de sua qualidade. O processo decisório da Acqualan baseia-se em medições periódicas do nível e recarga do lençol freático e teste de bombeamento, sempre procurando captar somente o volume compatível com a recarga do aquífero, no entanto a empresa Acqualan já vêm trabalhando com a máxima capacidade de retirada de água do manancial por habitante, caso a Prefeitura de Florianópolis continuar incentivando a habitação da Praia, a Empresa Acqualan, a partir do próximo ano, apresentará problemas com volume de captação.

Os custos de uma estação descentralizada em termos de extensão de tubulação também tornam-se menores garantindo com isso um controle maiorda rede, tendo como benefício uma facilidade maior de reparação de danos com perdas ou com a entrada de águas pluvial no sistema.

O sistema de tratamento da CASAN é complexo, pois a água bruta após passar por um sistema compacto de floculação, decantação e filtração ascendente. Em seguida, a água já inicialmente tratada, antes de ser distribuída para consumo, sofre uma desinfecção

com cloro gasoso, fluoretação com fluorsilicato de sódio e correção do pH com sal. A estação é do tipo “filtração ascendente”, está localizada no município de Palhoça e dista cerca de 23 km da cidade de Florianópolis, apresentando composição variável e atendendo ao regime de chuva e seca.

Pode-se dizer que um dos grandes problemas enfrentados pela CASAN é justamente o seu percentual de perda em função da distância de canalização entre a captação e os domicílios; outra causa, atribui-se, em função de tubulações antigas, vazamentos, desvios clandestinos e tecnologias obsoletas, sendo que este percentual de perda encontra-se hoje em torno de 40% gerando despesas muito grandes.

Como existe uma predominância no volume de captação de água no Rio Vargem do Braço, que é o manancial cujas águas são de melhor qualidade, no patamar de 1.710 l/seg, que é a capacidade máxima da estação de tratamento, surge aí um outro problema a ser levantado. Se a estação já trabalha com capacidade máxima da estação de tratamento, isto nos remete ao fato de termos para os próximos anos um investimento muito grande para ampliação da estação de tratamento, já que esta hoje, já trabalha ns capacidade máxima.

Por retirar a água diretamente do aquífero, a Acqualan não apresenta grandes gastos com tratamento apenas faz correção do pH através de dosagem de barrilha e dosagem de Hipoclorito de Sódio para garantia da desinfecção, antes da distribuição. O seu percentual de perda apresenta-se em torno de 5% , como já foi mencionado, justificados pela descentralização, pequenas distâncias de canalizações e sua implantação recente de tubulações. Mesmo assim, a diferença é muito grande entre perdas dos dois sistemas.

Notamos claramente que o abastecimento de água de Florianópolis depende, em sua quase totalidade, de recursos localizados em outros municípios, com os grandes riscos apontados acima, e mais outro de maior prazo, que é o de uma possível desestatização da concessionária. A partir disto, tanto Palhoça como Santo Amaro da Imperatriz, irão passar a cobrar direitos de captação (deste último município) e passagem, e somente passagem (para o primeiro município) de adutora.

A Empresa Acqualan visa a reutilização de sua água, para isso, necessita ainda de muitos estudos, como os aqui já mencionados, comprimento de canalizações, volume de água a ser distribuída, etc,. Mas somente o fato de ter essa possibilidade dentro de suas metas futuras já demonstra a preocupação com o desperdício e a escassez de água, problemática esta, tanto abordada nos últimos anos.



**Tabela 02** – Comparativo entre Sistemas de Tratamento de Esgoto:

<b>Sistema de Esgoto</b>	<b>CASAN</b>	<b>ACQUALAN</b>
<b>Sanitário</b>		
Estação de Tratamento	público	privado
Sistema de Tratamento	Convencional	LATOS
Sistema de Tratamento	Lodo Ativado	Lodo Ativado por Batelada
Flexibilidade	muito baixa	alta
Turbides	alta	baixa
variação da qualidade	alta	baixa
adução	apresenta problemas	não tem problemas
capacidade	trabalha abaixo da capacidade	sempre com capacidade prox.máxima
Eficiência	75 a 95 %	>95%
Custo de tubulação	maior	menor
Caracteriza-se	alto investimento inicial	investe-se conforme demanda
Caracteriza-se	Sistema inflexível	Sistema flexível
caracteriza-se	grandes distâncias de rede	pequenas distâncias de rede

A Tabela 02 apresenta as principais diferenças existentes entre os sistemas de tratamento de esgoto. Como já foi mencionado anteriormente, a Concessionária CASAN utiliza-se de um sistema convencional de tratamento dos seus afluentes denominado Lodo Ativado e caracteriza-se por ser um sistema com grandes distâncias de rede e grande custo de implantação para estas redes.

Pode-se dizer que um dos problemas existente no sistema CASAN é que, grande parte do investimento fica imobilizado. Exemplo: a estação foi projetada para atender 150.000 hab. a população urbana estimada a ser atendida para 2005 é de 151.359, isto é, a capacidade da ETE até este período trabalhou abaixo do projetado e após este período, já estará trabalhando com sobrecarga e necessitará de uma ampliação, isto é, necessita-se um investimento muito alto para ter-se um período de tempo muito baixo com a capacidade máxima; em outras palavras, o sistema trabalho a maior do tempo sub-carregada, mas o custo do investimento já está ali. Como dificuldade adicional, tem-se o longo tempo de construção (obras civis em concreto armado), se quisermos abstrair dos períodos pré- e pós-licitatórios onde perde-se tempo e acaba dificultando ainda mais a concretização destas obras.

Outro grande problema encontrado na ETE Casan é a sua baixa flexibilidade, não possibilitando grandes variações em seu volume tratado a estação de tratamento comporta uma variação já calculada e devido as grandes distâncias de rede alcançadas, além de ter

que utilizar estações elevatórias devido ao traçado (longo) e ao relevo e também perdendo controle sobre as ligações. Ex. Balneário Canasvieiras, foi necessário um trabalho de conscientização com a comunidade envolvendo Ministério Público e Prefeitura Municipal, denominado “Programa de Execução ou Adequação da Ligação dos Esgotos Sanitários na Rede Coletora Implantada ” e mesmo assim, não tiveram todas as residências ligadas à rede. Muitos moradores ainda utilizam-se das canalizações do pluvial para desaguar seus esgotos.

O sistema Acqualan trabalha com redes de coleta menores, abrangendo áreas mais restritas, como bairros e condomínios por exemplo. As tubulações podem encaminhar os efluentes captados o que trará estações de pequeno e médio porte próximas ou dentro da área de geração de esgoto. O tratamento próximo aos locais onde é gerado evita o transporte do esgoto a longas distâncias, gastos com travessia de tubulação ou com estações elevatórias (muitas vezes necessárias em função do relevo do terreno).

Por outro lado, trabalhando-se com uma rede de coleta menor, minimiza-se a possibilidade de infiltrações para dentro da rede de coleta, por ruptura de tubulação, acarretando sobrecargas não previstas no efluente. Em termos ambientais estações de tratamento menores, que já tratam as águas poluídas nos pontos próximos a geração da poluição, permitem a rápida devolução da água ao meio ambiente, a eventual recarga do aquífero ou simples lançamento de água limpa em cursos d’água na própria região.

O sistema Acqualan apresenta um grande diferencial que merece destaque, pois o sistema visa a permacultura, a reutilização da água tratada procurando assim nos próximos anos atingir a auto-sustentabilidade do sistema. Associe-se a isto o caráter flexível de sua tecnologia. O investimento pode se considerar “just-in-time” ou seja, só se investe quando precisa e na quantidade certa, e no custo mais preciso; além disso, não perde tempo com licitações e obras civis convencionais.. Os laudos das análises feitas pelo Laboratório de Saneamento da Escola Técnica Federal de Santa Catarina mostram que a remoção dos coliformes fecais e totais tem se apresentado em 100% em todo o seu histórico.

A ETE utilizada pela Casan apresenta-se com utilização de grandes espaços e grandes dimensões, o que caracteriza, nos dias atuais, com relação ao impacto ambiental um sistema inviável pois agride não só a estética urbana como também a superfície sobre a qual foi projetado.

Partindo do mesmo ponto de vista, o Sistema utilizado pela Empresa Acqualan, apresenta muitas vantagens em relação aos outros sistemas. Sendo compacto ocupa pouco

espaço físico, o que, por si só, já garante que uma menor superfície sofra agressão, se comparado com sistema convencional. Eventuais desmatamentos (no caso de local florestado), barulho e poluição do ar e do solo, por infiltração de óleos e graxas devidos a equipamentos ou veículos usados no processo e derramamento de resíduos ficam restritos a estas pequenas áreas.

Após a instalação, o Sistema Acqualan, garante eficiência no tratamento, evitando a poluição das águas superficiais e subterrâneas do solo, sem deixar odor. Restringe-se ao máximo (e pode ser melhor controlado) o impacto visual, uma vez que a estação pode ser bem integrada a paisagem local. Mas, ficam à vista os volumes paralelepípedos dos containers. O lodo gerado, de origem conhecida, pode ser depurado e aproveitado ou disposto com riscos ambientais conhecidos. Finalmente a garantia da possibilidade de reuso da água reciclada preserva os mananciais, já tão escassos, como vimos anteriormente.

Pode-se dizer que uma das grandes vantagens encontradas pelo sistema Acqualan é a grande flexibilidade da ETE, mas, se por um lado ele ocupa uma pequena área e, por isso, se torna útil, por outra, estes mesmos containers poderiam apresentar uma melhor adaptação ao ambiente. O sistema perde o potencial de aumento da flexibilidade pelo uso de containers pesados com 12,5m de comprimento por 2,5m de largura o que faz surgir a necessidade de guindastes no início e final das estações de pico quando da colocação ou remoção dos mesmos. Finalmente, o sistema ainda não desenvolveu um tratamento visual das suas instalações físicas da ETE à altura da sua qualidade tecno-científica.

O sistema LATOS utilizado pela Acqualan permite que a estação trabalhe de maneira completamente autônoma, ligando e desligando aeradores, abrindo e fechando válvulas e atuando outros equipamentos, isso reduz o número de funcionários.

Mesmo em estações que não exijam tamanha flexibilidade, o sistema LATOS é extremamente conveniente, pois garante a qualidade do efluente tratado, otimiza os recursos de mão-de-obra compartilhando equipes de manutenção, e economiza energia elétrica, pois os equipamentos que mais consomem este recurso são ligados apenas quando necessário e pelo tempo definido na receita. Esse cuidado com a preservação de recursos, sejam eles hídricos ou elétricos, caracterizam a empresa como usuária de tecnologias limpas.

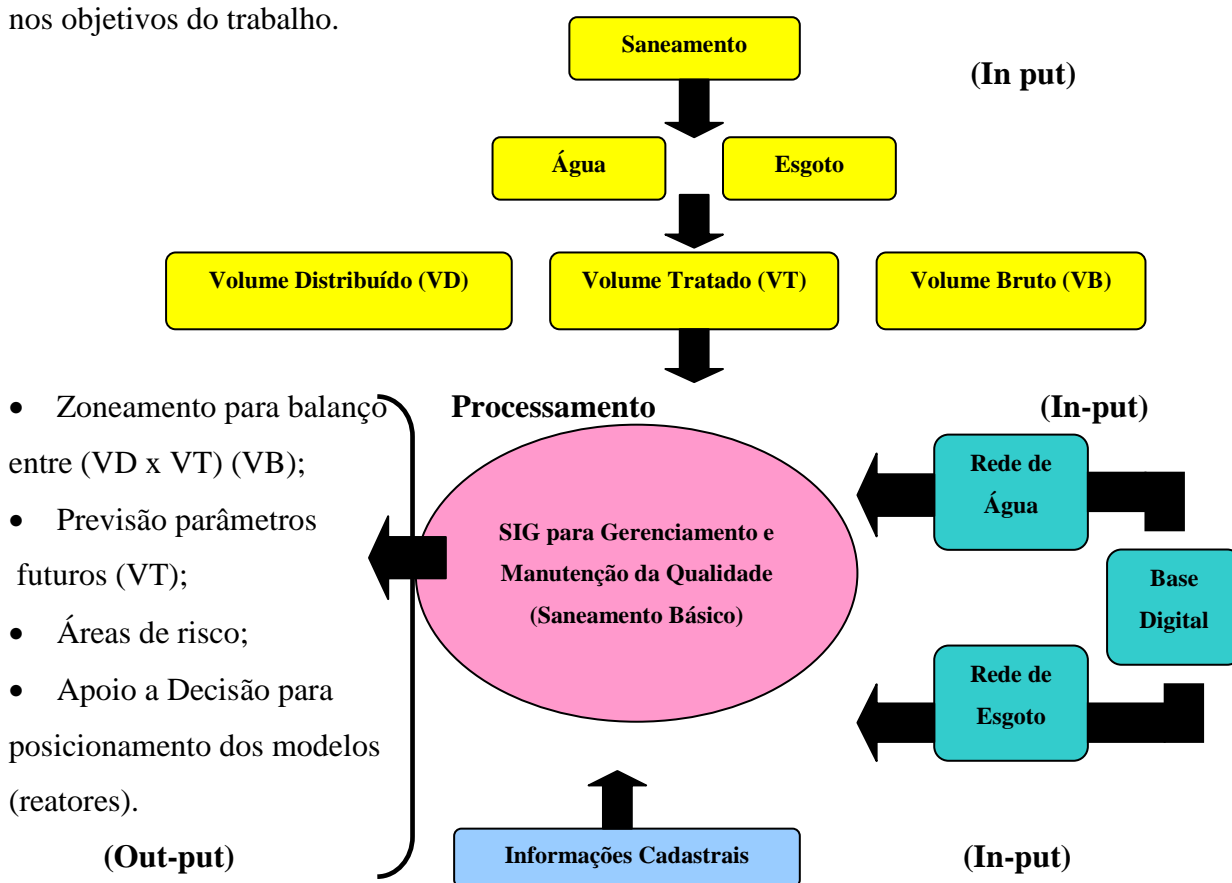
### 4.1.3 Implantação do SIG

Conforme pode deduzir-se do que foi explanado nos sub-capítulos anteriores. De uma forma geral, pode-se afirmar que o sucesso da implantação do SIG dependerá do encaminhamento, adequado das três questões fundamentais: técnicas, financeiras e ambientais. (Souza, J. N. de, 2004)

Além da base alfanumérica, será estabelecida a base de atributos gráficos de entidades e eventos, com base nas propriedades disponibilizadas no SIG, para a interligação das informações gráficas e alfanuméricas.

Tendo o SIG todos os dados disponíveis sobre o sistema, poderá ter-se uma visualização gráfica da bacia, permitindo o controle e monitoração ambiental. . Esta implantação permitirá abrir espaço para compartilhamento desta base de dados com outros serviços, como, por exemplo, de eletricidade e telefonia.

De posse dos procedimentos para obtenção dos resultados operacionais, será elaborada a sistemática para consulta, estabelecida com base em indicadores pré-definidos, para avaliação da “saúde” operacional dos sistemas, de acordo com as metas estabelecidas nos objetivos do trabalho.



**Figura 08:** Metodologia para montagem do SIG

## 4.2 Os dados e sua organização

A metodologia de trabalho par a montagem do SIG consiste em mapear dados do cadastro técnico e comerciais dos serviços de água e esgotos; contrapondo-os aos usos e ocupação do solo e sistematizando-os num ambiente computacional apropriado (um Sistema de Informações Geográficas–SIG), de onde obter-se-á, através do cruzamento das informações, diagnósticos, projeções de cenários ante hipóteses de ocupação do solo, tipificação das demandas e o estabelecimento de modelos de correlação entre o uso do solo de uma bacia e a qualidade da água bruta ofertada pelo manancial.

Sabemos ser a qualidade de um manancial um reflexo do uso e ocupação do solo de sua bacia, e a obtenção de um diagnóstico seria simples se esse uso fosse disciplinado, ordenado e pouco diversificado. A importância do recurso hídrico está diretamente relacionado com a sua escassez; isto é, quanto maiores os riscos de degradação de um manancial, maior a sua importância. Por essa razão, o diagnóstico da bacia de um manancial de importância torna-se uma tarefa de grande complexidade, pois ali encontram-se os principais fatores de risco de sua degradação, geralmente associados. Em maior grau, a perda das águas (por poluição) e, em menor grau, a perda da quantidade (por alterações climáticas e as conseqüentes alterações do ciclo hídrico decorrentes da própria exploração), estão estreitamente relacionados com o uso do solo de uma bacia. Em contraposição ao caso ideal, o uso do solo, via de regra, é indisciplinado, desordenado, muito diversificado e dinâmico.

A obtenção, todavia, de uma carta atualizada de uso e ocupação do solo de uma extensa região, requer o emprego de tecnologias sofisticadas para a criação de uma base de dados passível de atualizações e correções, incorporando assim a mesma dinâmica do sistema real, e também capaz de tratar um grande volume de informações cadastrais sobre a geografia urbana, serviços essenciais, infra-estrutura e sócio-economia. economia. Por esta razão, e por ser um serviço de custo relativamente elevado—explicitando os benefícios posteriores—se recomenda o compartilhamento desta ferramenta de gestão territorial que é o SIG.

### 4.2.1 A base cartográfica digital

A Empresa Acqualan não dispunha de uma base cartográfica georeferenciada da bacia, o que existia era uma planta da área, a qual foi utilizada como base para a

digitalização da nova base cartográfica, inicialmente escaneou-se a planta e com um a utilização do GPS do laboratório de geoprocessamento da UFSC, buscou-se dados para amarração da base existente ao sistema UTM e assim, minimizar os erros e aumentar o controle além do GPS, conseguiu-se uma imagem Quickburd, a qual também auxiliou na correção do mapeamento. Foi necessário uma reedição que atendesse os critérios para uso em SIG, convertendo as linhas existentes em polilinhas e fechando alguns polígonos existentes no mapa de acordo com a estrutura arco-nó. Também foi separado as informações gráficas contidas em níveis de informações (camadas ou layers), codificando os polígonos para conectar os dados de atributos.

#### **4.2.2 A estruturação dos dados espaciais no Arcview**

Após a montagem da base cartográfica reajustá-la no formato UTM. Atribuiu-se também, um valor ou código de identificação para cada polígono exportado segundo o valor e sua perspectiva cor, afim de permitir a sua ligação com o banco de dados de atributos.

O banco de dados alfanumérico da Empresa Acqualan não chegou a ser montado, e por isso não foi gerado nenhuma simulação, com isso não pose-se obter resposta deste sistema, ficando em aberta uma das propostas da pesquisa.

## 5. CONCLUSÕES

Considerando todas as suas características apresentadas, pode-se perceber que o sistema Acqualan apresenta-se adequado para pequenas comunidades, presentes em nosso município, como parte integrante de sistemas mais complexos para a redução de cargas orgânicas, e instalações de todo o tipo que reutilizaremos seu esgoto doméstico tratado.

Assim sendo, o tratamento pontual, descentralizado, junto as fontes poluidoras, por meio de pequenas estações muito podem colaborar para a minimização da poluição das águas brasileiras. Dentro desta visão, aliando a simplicidade de operação a eficiência, o sistema Acqualan é uma solução viável e adequada para a melhoria da qualidade das águas e despoluição dos cursos d'água em nosso país.

O sistema Acqualan, pode ser denominado sistema do futuro, pois não necessita de grandes espaços, de grandes distâncias a serem alcançadas e principalmente de investimentos iniciais muito altos, podendo ser facilmente removíveis a qualquer momento conforme demanda.

Isto posto, o presente estudo pretende ser o embrião de aprofundamentos posteriores que levem ao esclarecimento e à solução de muitos problemas antes considerados complicados.

Como se pode perceber a etapa subsequente seria a implantação da ferramenta proposta em estudo de caso. Tal estudo não foi possível no presente trabalho face ao tempo de que se dispunha para a concepção, que se trata da etapa mais importante para tomar decisões a respeito dos sistemas de tratamento de água e esgoto, pois para que um fluxo de informação recebidas pelo gestor possa se tornar ação, é necessário que a informação esteja organizada e transmitida a este de forma clara. Pode-se concluir pelas análises feitas com base no material bibliográfico consultado, o SIG (Sistema de Informação Geográfico) é uma ferramenta capaz de organizar informações coletadas no tempo, traduzindo-se em uma tendência moderna na gestão de infra-estruturas urbanas para que eventos normais (manobras) e emergências possam ser avaliadas antes da tomada de decisões.

## 6. SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES

Há dois aspectos a considerar nas sugestões e recomendações para o aprofundamento desta pesquisa. Primeiro o aprimoramento do modelo em si, e segundo, a aplicabilidade do modelo de expansão nas investigações das estratégias de ampliação dos sistemas de abastecimento de água e tratamento do esgoto.

A precisão no modelo geográfico pode ser melhorado se estudos científicos identificarem variáveis ambientais climáticas, populações flutuantes e outras como renda, concentração industrial, cultura etc. para serem incluídas nas atuais projeções de consumo.

No segundo aspecto, aplicabilidade do sistema de informação geográfico, recomenda-se que sejam feitas simulações com as variáveis técnicas que definem o modelo, demanda e capacidade, e variáveis associadas ao financiamento. Estas simulações teriam como objetivo específico conhecer a influência destas variáveis nas estratégias de expansão dos sistemas.

Recomenda-se também que estudos de custo de produção sejam realizados em sistemas administrados pela Acqualan.

Finalmente, os resultados obtidos da análise dos sistemas de abastecimento de água e tratamento do esgoto, desenvolvido, sugere que novas estratégias, explorando a capacidade individual de ampliação dos componentes do sistema, sejam adotadas.

No aspecto institucional chama-se a atenção para mais pesquisas sobre descentralização e a privatização pois muito pouco se conhece, efetivamente, da dinâmica da relação gestão central/ gestão local e gestão pública/ gestão privada, e suas influências nos custos de produção e no atendimento a demanda.



## 7. BIBLIOGRAFIA

ABI-ACKEL, Marcos V., GONÇALVES, Cláudio L. B., FONSECA, Elaine F., LEMES, Julio C., MEDEIROS, Leandro R., GOMES, Márcio R. Projeto Gemini – Mapeamento e gerência de rede de distribuição de energia elétrica. In:III Congresso e Feira de Usuários de Geoprocessamento, 1997, Curitiba – PR. Anais do GIS Brasil 97 (CD-ROM). Belo Horizonte – MG CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais, Módulo Técnico – Palestra – Rede de Infra-Estrutura (AM/FM).

ACQUALAN, Conceitos e Funcionamento, 2003.

ACQUALAN, Boletim Técnico, 2004.

ADAM, Edelberth. Inventário das espécies arbóreas na região central de Florianópolis com uso de sistema de informações geográficas. / Dissertação de mestrado UFSC, Florianópolis, 2001.

ALSSO M.M. – Sistemas Economicos de Esgotos Sanitários –Rio de Janeiro RJ, ABES, 2000.

ANDRADE, L., Soares, G. e Pinto, V. “Oficina Ecológica: uma proposta de mudança” Ed. Vozes. Petrópolis-RJ, 1995. 132pg.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA – ABES Manual do Instalador de Redes de Esgotos Sanitários I: Aberturas e Fechamento de valas .Ed. Abes Rio de Janeiro, 1979. 182pg

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA – ABES Manual do Instalador de Redes de Esgotos Sanitários II: Cimento Amianto, Manilha Cerâmica e PVC .Ed. Abes Rio de Janeiro, 1979. 154pg.

AWWA – “Leak in water distribution system” – A Thecnical/Economical overview. – Ed. AWWA – 1994.

AZEVEDO NETTO, José Martiniano de - Manual de saneamento de cidades e edificações/ José martiniano de Azevedo Netto, Manoel Henrique Campos Botelho; São Paulo: Pini, 1991.

AZEVEDO NETTO, José Martiniano de, et al - Sistemas de Esgotos Sanitários. São Paulo: CETESB, 1977, 467pg.

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. 2002 Disponível na Internet: <http://www.ana.gov.br/>

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES: "Modelagem de Desestatização do Setor de Saneamento Básico" (trabalho realizado por um consórcio de empresas contratadas). Rio de Janeiro, Maio de 1998, IV Volumes. Mimeo.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES: "Cadernos de Infra-Estrutura, Nº 1 - SANEAMENTO AMBIENTAL". Rio de Janeiro, Outubro de 1996. Mimeo.

BARROS, Rafael T. de V. et alli. Manual de saneamento e proteção Ambiental para os Municípios. Vol.2. Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 1995. 221pg.

BARTH, Flávio Terra. "Fundamentos para Gestão dos Recursos Hídricos". ABRH, 1978.

BERNARDY, Rógis J. Uso de sensoriamento remoto para análise ambiental do Parque Manguezal do Itacorubi, Florianópolis – SC / Dissertação de mestrado UFSC, Florianópolis, 2000.

BRAGA, Hugo J. Previsão Agrícola : uma nova abordagem : uso de scanner aerotransportavel e redes neurais. / Tese de doutorado UFSC, Florianópolis 1995.

BUENO, Airton Portilho. Parecer Sobre o Plano de desenvolvimento do Campeche. In Dossiê Campeche. Florianópolis, 1997.

BUZAI, G.D., DURÁN, D. – SIG:enseñar e investigar com sistemas de información geográfica. Buenos Aires, Argentina: Ed. Troquel, 1997.

BRASÍLIA, “Incorporação da Coleta, Tratamento e Disposição do Esgoto Sanitário na Agenda de Propriedades dos Municípios Brasileiros”, 2000.

BRASÍLIA, DF. Internet: [www.planalto.gov.br/sedu](http://www.planalto.gov.br/sedu), 2001

CARDOSO, Gilmar. Utilização de um sistema de informações geográficas visando o gerenciamento da segurança viária no município de São José - SC / Dissertação de mestrado UFSC, Florianópolis, 1999.

CAMARGO, Marcos Ubirajara de Carvalho e, “Os Sistemas de Informações Geográficas (S.I.G) como instrumento de gestão em saneamento”, Rio de Janeiro, ABES, 1997, 224p.

CÂMARA, G.; MADEIROS, J.S. – Princípios básicos em Geoprocessamento. In: ASSAD, E. D.; SANO, E.E. Sistemas de Informações Geográficas. Brasília: SPI/Embrapa – CPAC, 1998. 434p.

COAD, Peter e Yourdon, Edward. Análise baseada em objetos. Ed. Campus. Rio de Janeiro, 1991.

CAMARA DE VEREADORES DE FLORIANOPOLIS. “Lei da Alterações do Plano Diretor dos Balneários”. Florianópolis, 1998.

CAPOCCHINI, J., Notas para a História da Engenharia Sanitária no Brasil Colonial, Revista D.A.E., nº 23.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Águas Subterrâneas. Disponível na Internet: <http://www.mma.gov.br/port/conama/>

COMISSÃO CONJUNTA DA SOCIEDADE AMERICANA DE ENGENHARIA CIVIL E DA FEDERAÇÃO DE CONTROLE DA POLUIÇÃO DA ÁGUA. Projeto de Instalação de Tratamento de Esgoto. Programa de Publicações Didáticas, 1969.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO: "Os Serviços de Esgoto no Município de Florianópolis – SC – Histórico, situação Atual e Perspectivas"

CORTEZ, F.L.A,UCHOA.,I.L.H. – Evaluation of water loss indistribution network – Journal of water Resource Planning and Management. Setembro, 1997, vol. 123, nº 05.

CONSTANZO, Humberto, CASAS, José M. N. Sistema computadorizado para a administração dos cadastros de usuários e redes dos serviços de água potável, esgoto sanitário e pluvial. In: III Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento, 1997, Curitiba – PR. Anais do GIS Brasil 97 (CD-ROM). Assunção – Paraguai: CORPOSANA – Corporación de Obras Sanitarias, Módulo Usuários – Palestra - Concessionárias.

COUTINHO, Márcia, MENDONÇA, Maria L., COSTA, Sérgio Projeto de Geoprocessamento Municipal na cidade do Rio de Janeiro. In: I Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento, 1994, Curitiba – PR. Anais do GIS Brasil 94 Rio de Janeiro – RJ: Empresa Municipal de Informática e Planejamento S.A. – IPLANRIO, p.61-67 (Módulo Municipal).

DEPARTMENT OF PUBLIC INFORMATION. "Agenda for development. Published for The United Nations". Copyright, New York, 1997.

DIAS, G.F, “ Educação Ambiental: princípios e práticas”. São Paulo- SP, Ed. Gaia 1992.399p.

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. – Clima disponível na internet - :<http://www.epagri.crt-sc.br>

FERNANDES, Glacia M. O. Estruturação de sistema de informações geográfico-ambiental da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão da Velha, Blumenau-SC. / Dissertação de mestrado UFSC, Florianópolis, 2000.

FERREIRA, Cristina X, SIG-Sal: Geoprocessamento na Região Metropolitana de Salvador. In: I Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento, 1994, Curitiba – PR. Anais do GIS Brasil 94. Salvador – BA: CONDER – Companhia de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Salvador, p.16 – 23 (Módulo Regional).

FIGUEIREDO, Luiz F. G. de Sistema de cadastro técnico ambiental. Estudo de caso: Parque estadual da Serra do Tabuleiro, Santa Catarina . / Dissertação de mestrado UFSC, Florianópolis, 1995.

FIGUEIREDO, Luiz F. G. de/ Sistema de Apoio Multicritérios para aperfeiçoamento de mapas de sensibilidade ambiental ao derrame de Petróleo em região Costeira do Estado de Santa Catarina um Método que integra MCDA e Geoproc. para planejar e avaliar mapas de sensibilidade, Tese de doutorado UFSC, Florianópolis, 2000.

FLOUD, F. Sabins, Jr. et al Remote sensing. 2º ed. Ed. W.H. Freeman and Company, New York, 1986.

Fundação Nacional de Saúde do Ministério da Saúde: Manual de Saneamento, 1999. Internet [www.funasa.gov.br](http://www.funasa.gov.br)

Fundação Estadual do Meio Ambiente do Governo de Minas Gerais: "Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios", Vol. II. Belo Horizonte, 1996.

Fundação Osvaldo Cruz: "Revista TEMA' , Edição Especial, Nº 18". Rio de Janeiro, Outubro de 1999.

FRANCEYS, R. Pickford, J.e Reed, R. Guia para el desarrollo del saneamiento in situ. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE LA SALUD, Genebra, 1994.

GONDIM, Linda(org.) “Plano Diretor e o Município: novos tempos, novas práticas” IBAM, Rio de Janeiro, 1990.

GRACIANI, Sílvia D. Aplicação das imagens de sensoriamento remoto para avaliar alguns parâmetros da qualidade da água de lagoas artificiais em áreas de mineração. / Dissertação de mestrado UFSC, Florianópolis, 2000.

HAUFF, Shirley Noely. Diagnóstico ambiental integrado da bacia hidrográfica da Lagoa da Conceição - Florianópolis, SC / Dissertação de mestrado UFSC 1996.

HIRAYAMA, Ellen, WADA, Ron – Honolulu Board of Water Supply – ONO, Tina – Department of Wasterwater Management – SCHMIDT, Ken – Department of land Utilization, City and Country of Honolulu (1994), (Consultado em 02 de Setembro de 2002.)

Site: <http://www.sgl.ursus.maine.edu/gisweb/spatdb/urisa/ur94028.html>

HORTA, Junia M. S. L., ZAIDAN, Teófilo A. A.S., SOARES, Carlos <sup>a</sup>, Castanha, Angela. Perfil do Geoprocessamento de Betim In: Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento, 1996. Curitiba – PR. Anais do GIS Brasil 96. Betim – MG: Secretaria de Planejamento e Coordenação da Prefeitura Municipal de Betim, p.63 – 71.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Estudos de caso para uma alternativa metodológica de elaboração de material educativo em saneamento rural : (ações experimentais do PNSR) v.1 Brasília, 1990.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA — MISAN/RMMW/ População Área Territorial, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2000. Pesquisa Nacional de Saneamento Disponível na Internet:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/default.shtm>

JORDÃO, E.P. & PESSOA, C.A. - Tratamento de Esgotos Domésticos. Rio de Janeiro RJ. ABES 1995, 720p.

Jornal “O Estado de São Paulo” de 28/03/2002 “ Saneamento: serviços melhores e desigualdade”, pag.A14

Jornal “O Estado de São Paulo” de 03/07/2001 “São Caetano economiza com reuso de água”.

LUVIZOTTO JR, E. – Controle operacional de Sistemas de abastecimento de água auxiliado por computador. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1995 – Tese de doutorado apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), 1995.

LEI FEDERAL nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, “dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente”

LIMA, Antonio F. “ Problemas de engenharia ambiental” Ed. Universitária da UFPE, Recife 1993.

LOCH, Carlos. A Interpretação de Imagens Aéreas: noções básicas e algumas aplicações no campo profissional – Ed. UFSC, Florianópolis-SC, 1993.

LOCH, Carlos e Cordini, Jucilei. Topografia Contemporânea – planimetria. Ed. UFSC, Florianópolis-SC, 2000.

LOCH, Carlos e Lapolli, Édis M. Elementos básicos da fotogrametria e sua utilização prática – Florianópolis Ed.UFSC 1985.

LOVATO, L., ARANHA, C.R., GOES NETO, F.M. – Sistemas de informação geográficas, uma abordagem aos mecanismos de coleta e tratamento dos dados e uma apresentação de ferramentas ao trato as informações geográficamente referenciadas – Relatório técnico 01-01/92 – Orientador G. Gaspareto,1992.

MACHADO, José Carlos Saldanha – Revista Ciência e Cultura de dezembro.2003 “Gestão das Águas”

MACHADO, Ayrton L. T. – Sistema de gerência de processos produtivos, através do uso de geoprocessamento. In: Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento, 1996, Curitiba - PR. Anais do GIS Brasil96. Curitiba – PR: Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, p. 132-141.

MARTINE, George (org.), ‘População, Meio Ambiente e Desenvolvimento’ – Verdades e contradições”. Campinas Ed, da Unicamp, 1993

MASCARÓ, Juan Luís, Manual de Loteamentos e urbanização – Porto Alegre: Sagra DC Luzzatto, 1994.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL - MMA: "AGENDA 21: O CASO DO BRASIL, Perguntas e Respostas", Brasília, 1998.

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - CENTRO DE ESTUDOS E GESTÃO ESTRATÉGICA. “Diretrizes estratégicas para o fundo de recursos hídricos de desenvolvimento científico e tecnológico”. Brasília. Julho, 2001.

MINISTÉRIO DA SAÚDE: DATASUS - Base de Dados sobre a Saúde no Brasil. Internet [www.datasus.gov.br](http://www.datasus.gov.br)

MINISTÉRIO DA SAÚDE, Secretaria de Políticas de Saúde: "Revista PROMOÇÃO DA SAÚDE", Ano 1, Números 1 e 2, 1999.

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - CENTRO DE ESTUDOS E GESTÃO ESTRATÉGICA. “Diretrizes estratégicas para o fundo de recursos hídricos de desenvolvimento científico e tecnológico”. Brasília. Julho, 2001.

MOTA, Suetônio. “Planejamento Urbano e Preservação Ambiental”, Fortaleza, Edições UFC, 1981, 242p.

MULLER, M.S.K. – Esgotamento Sanitário em Ambientes Urbanos. Trabalho apresentado durante o curso de “Gestão Ambiental Urbana”. Do Programa de Educação Continuada (PECE) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – SP. Maio de 2001.

Nascimento, Rosemy “Atlas Ambiental de Florianópolis” Florianópolis: Instituto Larus, 2002.

NEUMANN, Clóvis. O processo de intensificação urbana do centro de Florianópolis / Dissertação de mestrado UFSC, Florianópolis, 1998.



Nina, Adhemar D. Construção de Redes de Esgotos Sanitários São Paulo Ed. Cetesb 1975 pg 358.

NOVO, Evlyn M.L.de Moraes. Sensoriamento remoto : princípios e aplicações – São Paulo, Ed. Edgard Blücher Ltda.1992, 135 pg.

OLIVEIRA, Antônio A.D. Experiência da prefeitura municipal de Nova Odessa em geoprocessamento. In: III Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento, 1997, Curitiba – PR. Anais do GIS Brasil 97 (CD-ROM). Nova Odessa – SP.: Prefeitura Municipal de Nova Odessa, Módulo Usuário- Palestra –Municipal.

OLIVEIRA, Isabel Cristina Eiras de “Estatuto da Cidade para compreender” Rio de Janeiro, IBAM/DUMA,2001. 64p.

PESSOA, Constantino A. Jordão, Eduardo P, “ Tratamento de esgotos domésticos” v.1, 2 ed. Rio de janeiro, ABES, 1982.

PLANIDRO – DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO DNOS (14° DFOS). Sistemas de esgotos sanitários da cidade de Florianópolis-SC: Projeto dos Interceptores, Emissários e Elevatórias. Florianópolis, 1972.

Preparado por uma junta da American Society of Civil Engineers e a Water Pollution Control Federation. Projeto de construcao de esgotos sanitarios e pluviais. Tradução: Geen, Cícero, 1960. pg 343.

PORTO, Maria de F. M. M. Educação Ambiental: conceitos básicos e instrumentos de ação. Fundação Estadual do Meio Ambiente DESA / UFMG, Belo Horizonte, 1996. 160pg.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD: "Desenvolvimento Humano e Condições de Vida: Indicadores Brasileiros"; Brasília, Setembro de 1998.

RAMOS, Átila Alcides. Memória do Saneamento Desterrense - Ed. Casan, Florianópolis-SC, 1986. 172pg.

REZENDE, R.A.P. “Aplicação de sistema de informações geográficas (SIG) em estudo de localização de reservatórios em bacias hidrográficas”. UFES. In III Simpósio Ítalo-brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - SIBESA. Gramado, RS. 1996.

RODRIGUEZ, M.O.B. – Optimización de la explotación de abastecimiento mediante indicadores de gestión. Valência: Curso M19/1997 – Grupo Mecanica de Fluidos Universidad Politécnica de Valencia, 1997.

RODRIGUES, Rosana M. Avaliação do impacto do sistema de esgoto sanitário na Lagoa da Conceição-Florianópolis-SC / Dissertação de mestrado UFSC. Florianópolis, 1990.

SANTANA, Naum A. Geoprocessamento em Joinville. In: Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento, 1994, Curitiba – PR. Anais do GIS Brasil 94. Joinville – SC: prefeitura Municipal de Joinville – Secretaria de Planejamento e Coordenação, p.21-30 ( Módulo Municipal).

SCARABELLO Filho, Sinésio, GANÇALVES, Irani D., ALEGRE, Álvaro D. N. Sistema municipal de Informações geoprocessadas – Prefeitura do Município de Jundiaí. In: Congresso e feira para Usuários de Geoprocessamento, 1996, Curitiba – PR. Anais do GIS Brasil 96. Jundiaí – SP: Prefeitura Municipal de Jundiaí – Coordenadoria Municipal de Planejamento, p. 99-114.

SCHNEIDER, Neide Beschold, “Parque Municipal do Maciço da Costeira (PMMC) Caracterização da área e a conservação dos Recursos Hídricos. Estudos de caso das comunidades do entorno ao PMMC em Florianópolis- SC. 1999.

SCARLATO, Francisco C. e Portin, Joel A. “ Do nicho ao lixo: ambiente, sociedade e educação. São Paulo – SP. Ed. Atual. 1992. 117p.

SECRETARIA ESPECIAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA: "Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 1998".

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO: [www.snis.gov.br](http://www.snis.gov.br)

SAVELLI, M. , Histórico de aproveitamento das Águas da Região Paulista, Revista D.A.E., nº 25, (1964).

SOUZA, José Nelson, Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente, Junho 2004.

SOUZA J.T., Araújo H.W.C., Catunda P.F.C. Reuso de esgotos sanitários para a agricultura. Trabalho publicado no site [www.ecolatina.com.br/artigos/esgotos/reuso.htm](http://www.ecolatina.com.br/artigos/esgotos/reuso.htm).

SCARLATO, Francisco C. e Portin, Joel A. “ Do nicho ao lixo: ambiente, sociedade e educação. Ed. Atual. São Paulo – SP, 1992. 117p.

SCHERER, Sílvia R. Análise de espaços livres públicos (áreas verdes) do município de Blumenau - SC, com uso de informação geográfica. / Dissertação de mestrado UFSC, Florianópolis, 2001.

SCHNEIDER, Neide Beschold, “Parque Municipal do Maciço da Costeira (PMMC) Caracterização da área e a conservação dos Recursos Hídricos. Estudos de caso das comunidades do entorno ao PMMC em Florianópolis- SC. / Dissertação de mestrado – UFSC, Florianópolis, 1999.

SECRETARIA DOS SERVIÇOS E OBRAS PÚBLICAS FOMENTO ESTADUAL DE SANEAMENTO BÁSICO. Operação e Manutenção de Redes de Esgotos Sanitários. CETESB. São Paulo, 1970. 434pg.

SEIFFERT, Nelson F. Uma Contribuição ao processo de otimização do uso dos recursos ambientais em microbacias hidrograficas. / Tese de doutorado UFSC 1996.

TARACIEVICZ, Mara C. S., LASS, Maria C., SIKORSKI, Sergiusz R. Geoprocessamento aplicado à área do município de Curitiba. In: I Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento, 1994, Curitiba – PR. Anais do GIS Brasil 94. Curitiba - PR: Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba, p. 01-10 (Módulo Municipal).

UNICEF: "Real Situação Mundial da Infância 2000". Relatório Anual. Brasília, 1999

UBERTI, Marlene S. Valoração ambiental no uso do solo urbano: aplicação do método dos valores hedônicos – estudo do caso no centro de Florianópolis. / Dissertação de mestrado UFSC, Florianópolis 2000.

VON SPERLING, Marcos, "Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos". 2. ed., Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade de Minas gerais;1996. 243p.(Princípios do tratamento biológico de águas residuárias;v1)

VIEIRA, Sálvio J. Seleção de áreas para o sistema de tratamento e disposição final dos resíduos sólidos de Florianópolis/SC, Dissertação de mestrado UFSC, Florianópolis, 1999.

WEBER, Marcos A. A.Geoprocessamento em redes de distribuição – Experiência Eletropaulo. In: Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento, 1994, Curitiba – PR. Anais do GIS Brasil 94. São Paulo – SP: ELETROPAULO – Eletricidade de São Paulo S/A,p.27-34 ( Módulo Concessionária).

WIENDL, Wolfgang Guilherme. Processo Eletrolítico no Tratamento de Esgoto Sanitário. Rio de Janeiro. ABES, 1998 368p.

WOLSKI, Mário S. Contribuição a cartografia geotécnica de grandes áreas com o uso de sistemas de informações geográficas : uma aplicação a região do médio Uruguai (RS) / Dissertação de mestrado UFSC, Florianópolis, 1997.

YUACA, Flávio. O Processo de implantação do sistema de informação geográfica da prefeitura de Goiânia. In: I Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento, 1994, Curitiba – PR. Anais do GIS Brasil 94. Goiânia - GO: Prefeitura Municipal de Goiânia - Comdata, p.11-20 (Módulo Municipal).

KARNAUKHOVA, Eugênia. A intensidade de transformação antrópica da paisagem como um indicador para a análise e gestão ambiental. / Dissertação de mestrado-UFSC, Florianópolis-SC, 2000.

## ANEXO